

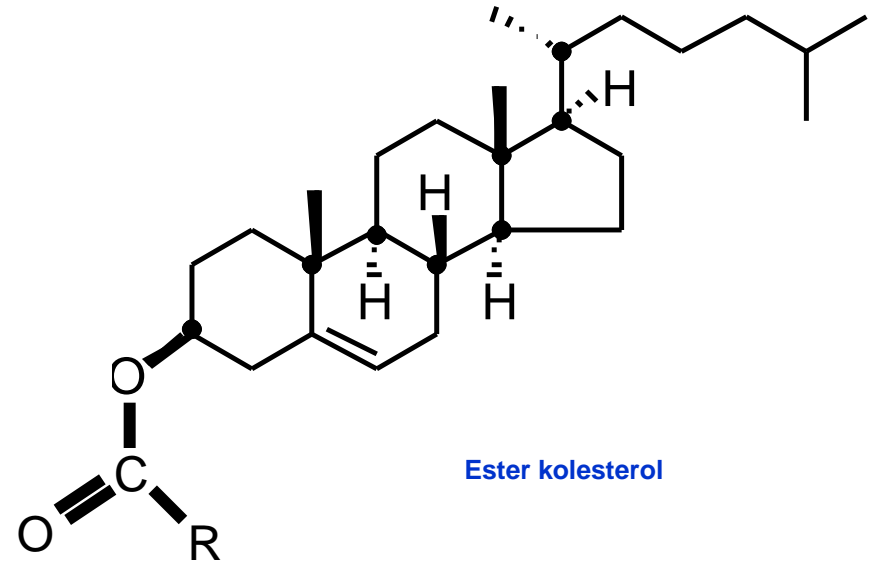
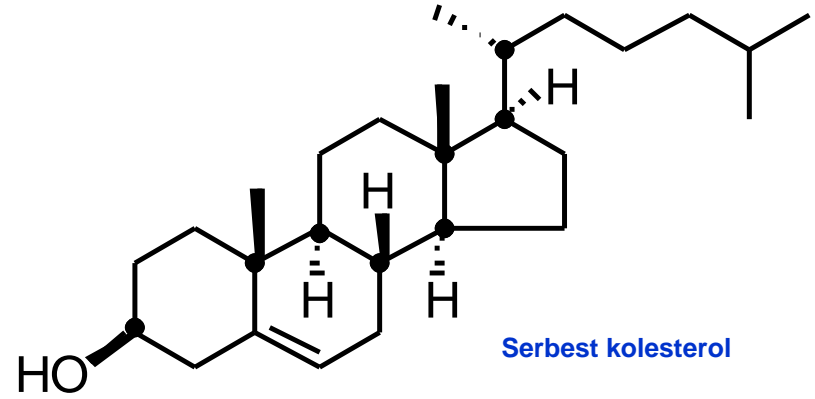


Kolesterol Metabolizması- Kontrol ve Düzenleme

Prof. Dr. Arif ALTINTAŞ

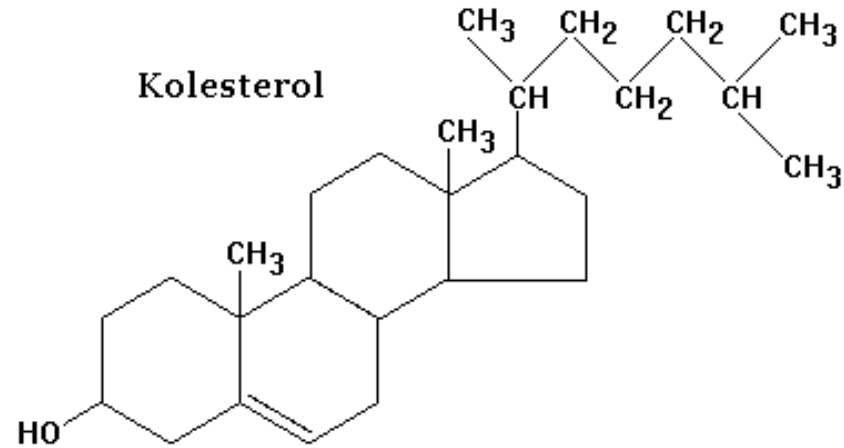
Kolesterolün yapısı ve görevleri

- Kolesterol spesifik halka yapısı (siklopentano-perhidro-fenantren) ile bir zoosterol'dur.
- Kanda serbest ve ester halde bulunur.
- Kolesterol vücutta şu görevleri yerine getirir:
 - Hücre membran yapısına katılır
 - Lipoprotein yapısına girer
 - Safra asitleri için öncül madde
 - Steroid hormonlar ve Vit D için öncül maddedir
- Vücudun kolesterol düzeyi endojen kolesterol sentezinden ve diyet faktörlerinden etkilenir



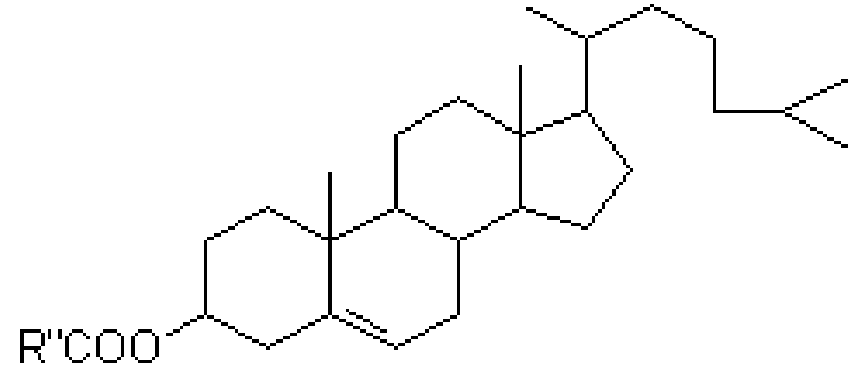
Kolesterolün Özellikleri

- 150°C 'de eriyen, tatsız, kokusuz, beyaz kristaller halindedir.
- Genelde organik eriticilerde (eter, kloroform, petrol eter, karbon sülfür, aseton gibi) erir. Hava ve ışıkla temas edince oksitlenir.
- Bitkilerde bulunmayan kolesterol, bakteri toksinlerine, yılan zehirlerine, safra tuzları ve diğer hemoliz yapıcı maddelere karşı antihemolitik etkiye sahiptir.
- Organizmada farklı dokularda farklı miktarlarda bulunur. En çok sinir dokusu, adrenal bezler ve yumurta sarısında bulunur.



Kolesterol esterleri

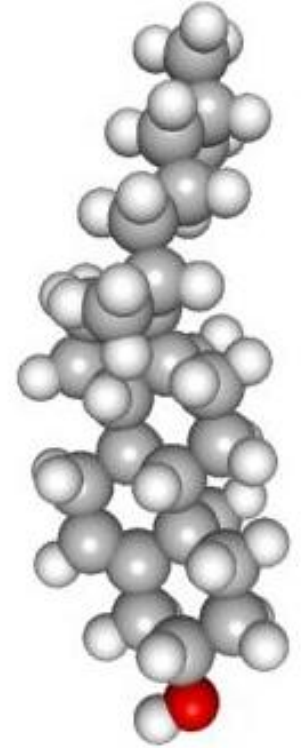
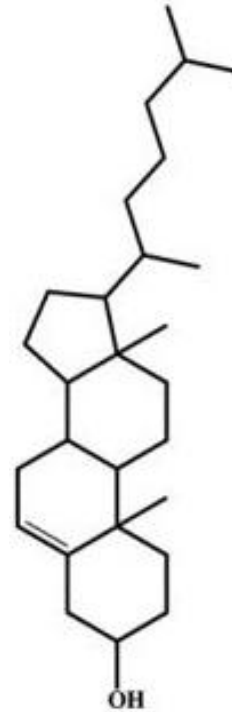
- Plazma kolesterolünün çoğu esterleşmiş bir şekildedir.
- Esterleşme yapıyı daha da hidrofobik yapar. Kolesterol hidrofobik özelliğinden dolayı, yada bir lipoprotein partikülünün bileşeni olarak proteinle birlikte yada safradaki fosfolipid ve safra tuzları tarafından çözünmüş halde taşınabilir .
- Kolesterol dışardan alınabildiği gibi organizmada da sentezlenebilir. Kolesterolün sentezini ve katabolizmasını yöneten organ karaciğerdir.



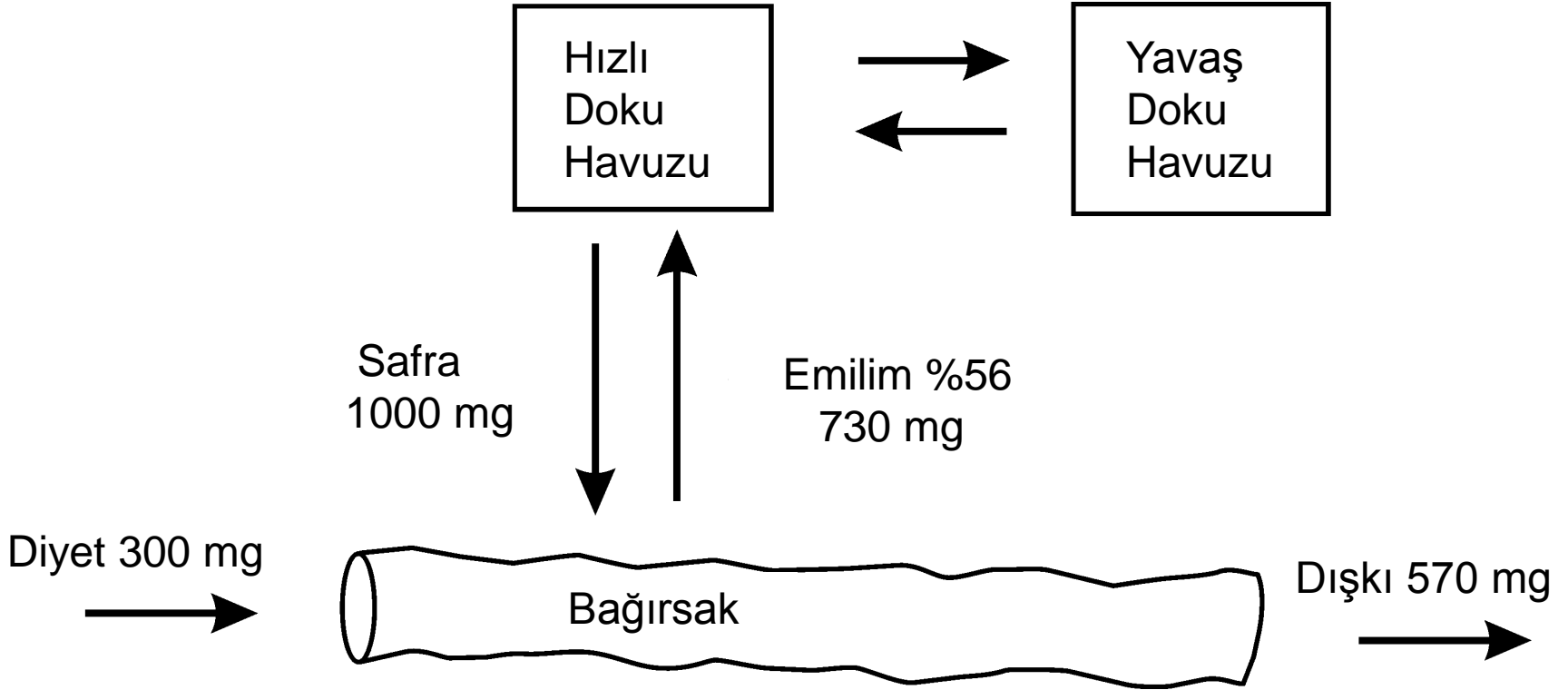
kolesterol esterleri

Kolesterol Emilimi

- Diyet içinde hem serbest hem de esterleşmiş kolesterol vardır, fakat yalnızca serbest olan emilir.
- Kolesterol esterleri, pankreastan salınan sterol esterazlarla bağırsak lümeninde hidroliz edilir.
- Safra tuzları bu enzimlerin aktivitesinde ve esterleşmemiş kolesterolün emiliminde gereklidir.
- Mukoza hücrelerinde kolesterol tekrar esterleştirilip lenf yoluyla genel dolaşıma verilir.
- Bağırsak mukoza hücrelerinde trigliserid, fosfolipid, bazı spesifik apoproteinlerle birlikte emilen kolesterol büyük oranda şilomikron olarak adlandırılan lipoproteinlerin yapısına girer.



Kolesterol Emilim Modeli

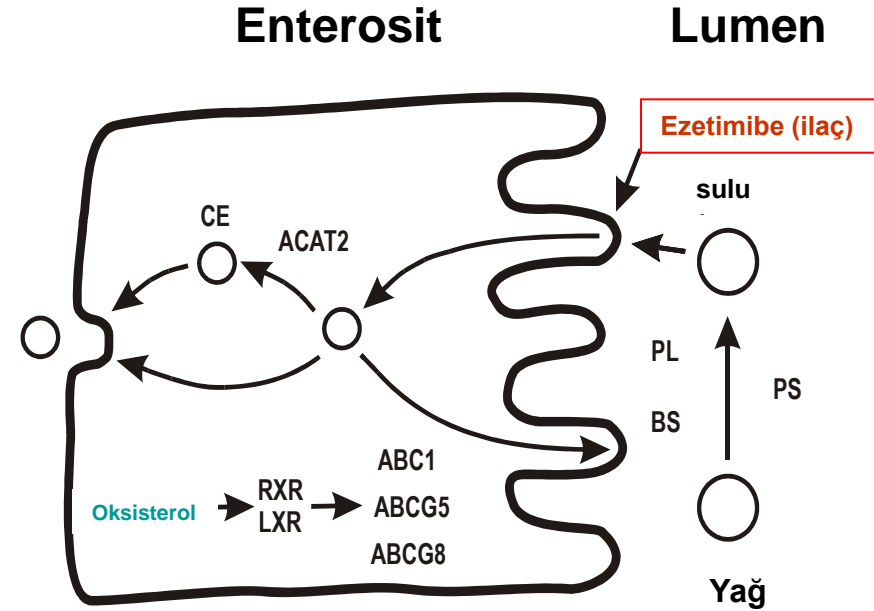


Tüm Vücut Kolesterolü: 72 g

Plazma Kolesterolü: 5 g

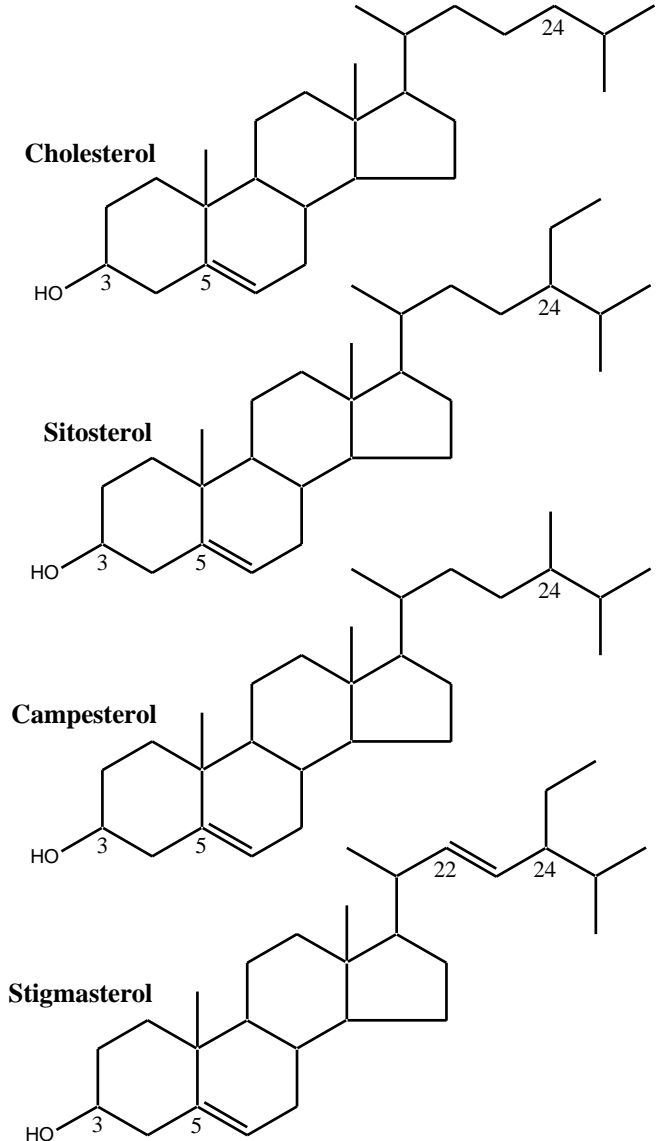
Kolesterol Emiliminin Kontrolü

1. Taşıyıcı Proteinler ile Regülasyon
2. Oksisteroller ile Regülasyon
3. Fitosteroller ile Regülasyon
4. İlaçlar (Ezetimibe/Zetia) ile Regülasyon



Fitosteroller

1. Kolesterol emilimi lipid metabolizmasının düzenlenmesinde anahtar noktadır ve kolesterolün ters taşınımını kontrol eder,
2. Fitosteroller – doğal besinler ve katkı maddeleri –LDL düzeylerini düşürürler,
3. Fitosteroller gelişmiş Analitik Metotlarla belirlenir.
4. Kolesterol emilimi sterik olarak spesifik ve diffüzyon aracılı değildir. Enterosit ve karaciğer bu spesifikiteyi belirler.
5. Bitkilerde Kolesterol fonksiyonlarını gerçekleştirir, yapısal olarak kolesterole benzer, emilmez, kolesterol emilimini bloke eder.



- Diyet ile kolesterol alımı arttığında, vücudun kolesterol üretimi düşer

Diyet kolesterol ve serum kolesterol

- Diyet kolesterolunda azalma çoğu toplumlarda plazma kolesterol düzeyini çok az etkiler,
- Diyetle doymuş yağ asidi ve çok doymamış yağ asidi alımında değişiklikler serum toplam kolesterol düzeyinde önemli değişikliklere neden olur.
- Diyetle temel düzeyde kolesterol alımı serum kolesterol düzeylerinde değişiklikleri az etkiler,
- Diyet kolesterol miktarları artırılırsa serum kolesterol değerlerinde hafif artış gözlenir.

Diyet kolesterol ve Serum kolesterol

- Diyet kolesterol serum LDL-kolesterol düzeyine çok küçük bir etkiye sahiptir,
- Diyet kolesterolunda her 100 mg'lık artış serum kolesterolunda 0,056-0,070 mmol/L artış ile sonuçlanır.
- Diyetle alınan doymuş yağ asidinde her 2,8 gram azalış plazma kolesterolunda 0,080 mmol/L düşüş ile sonuçlanır.

Vücut ağırlığı ve Serum kolesterol

- Orta yaşlı 1903 erkek üzerinde yapılan çalışmada;
 - Vücut kütle indeksi $<24,2$ kg/m^2 olan erkeklerde diyet kolesterol alımında bir değişiklik serum kolesterol düzeyinde pozitif bir değişiklikle birlikte olduğu,
 - Vücut kütle indeksi $>26,6$ kg/m^2 olan erkeklerde değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.



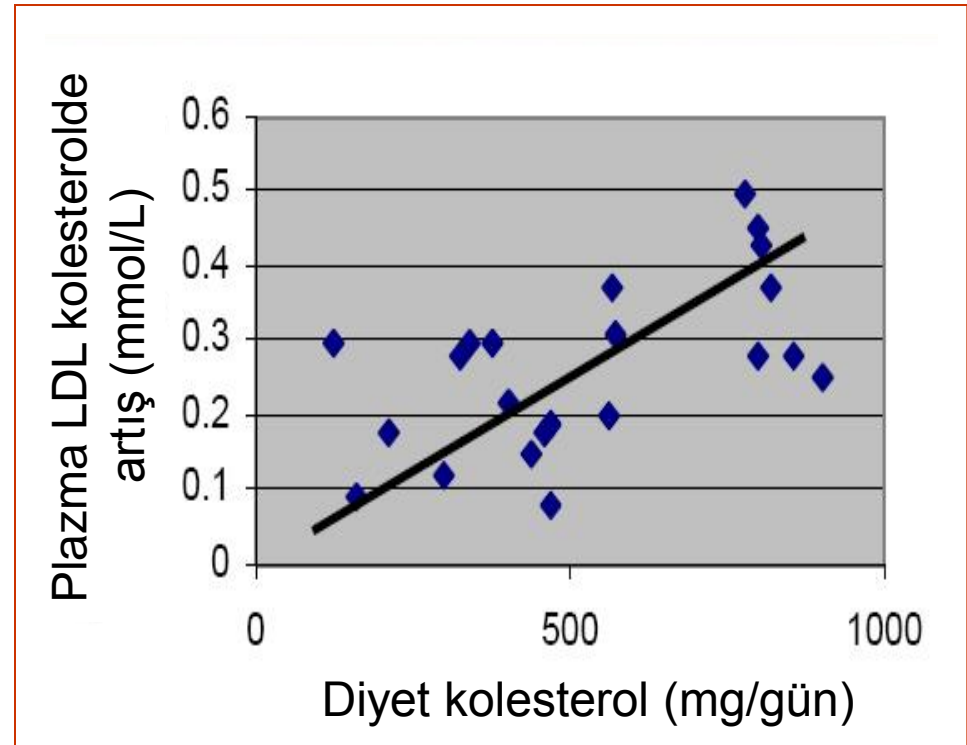
Yumurta ve serum kolesterol

- Weggemans ve ark. (2001)'nin yumurta yiyerek diyet kolesterolunda günde 100 mg artış ile serum kolesterol düzeyinde değişiklikler konulu çalışma sonuçları:

Serum kolesterol derişimi	Değişiklik (% 95 CI)
Toplam kolesterol (mmol/L)	0,056±0,005 (0,046 - 0,065)
HDL kolesterol (mmol/L)	0,008±0,001 (0,005 – 0,010)
LDL kolesterol (mmol/L)	0,050±0,004 (0,042 – 0,058)

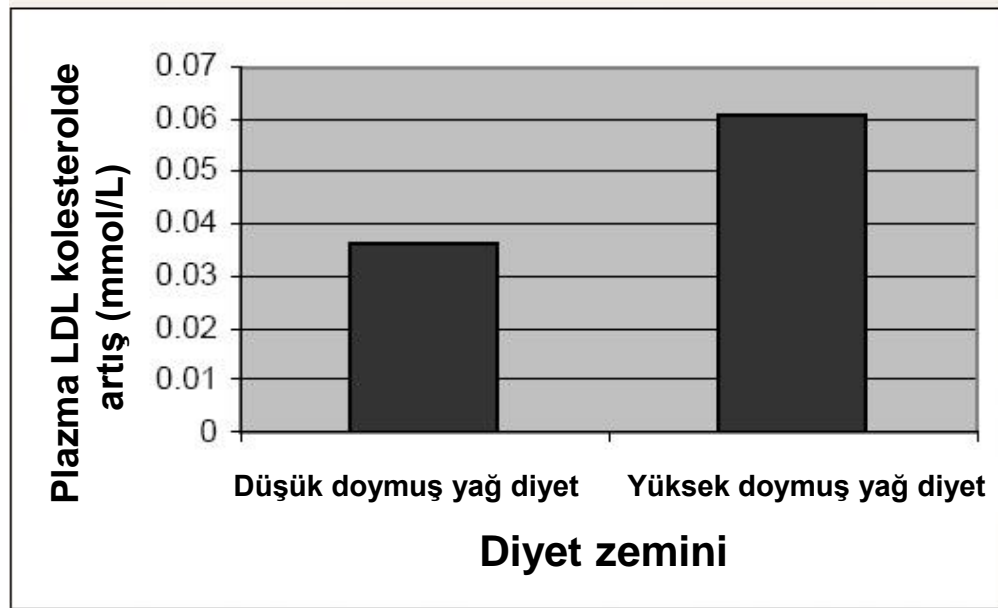
Yumurta ve serum kolesterol

Sadece yumurta ile diyet kolesterolunda günde 100 mg'lık bir artışla serum LDL-kolesterolde gözlenen değişiklikler (Weggemans ve ark, 2001) :



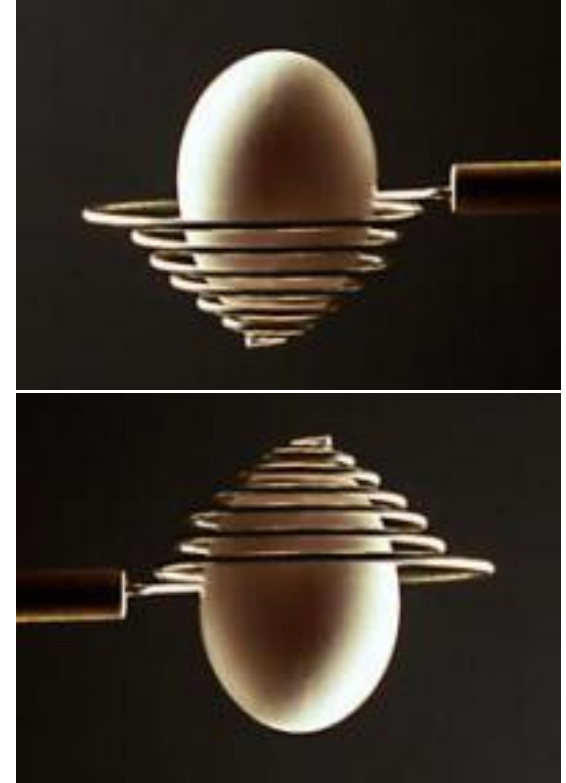
Yumurta ve doymuş yağ diyet - Düşük/Yüksek Doymuş Yağ Diyet

- Yumurtadan diyet kolesterolü 100 mg ilaveyle plazma LDL kolesterolde değişiklikler:

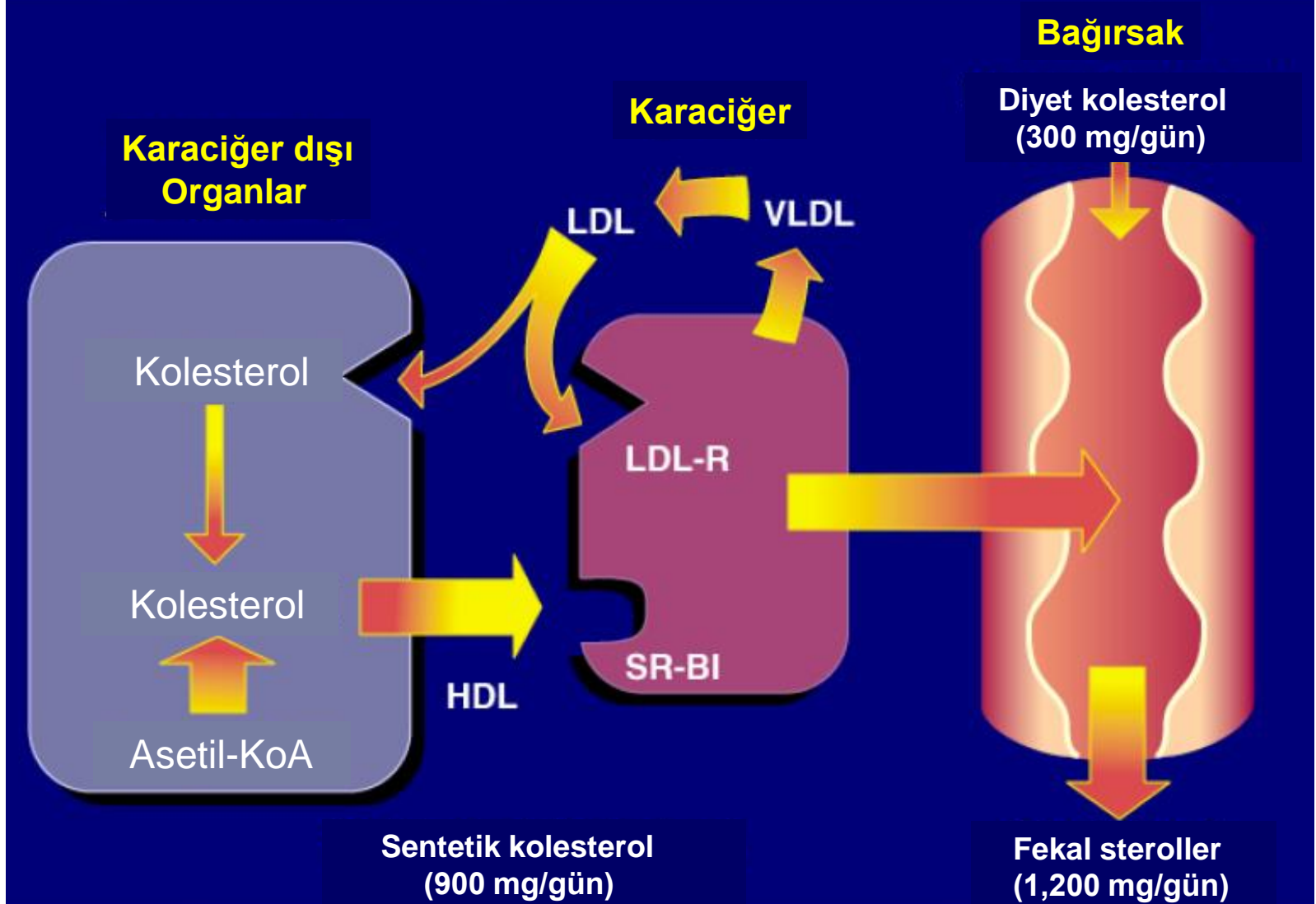


Yumurta ve Apolipoproteinler

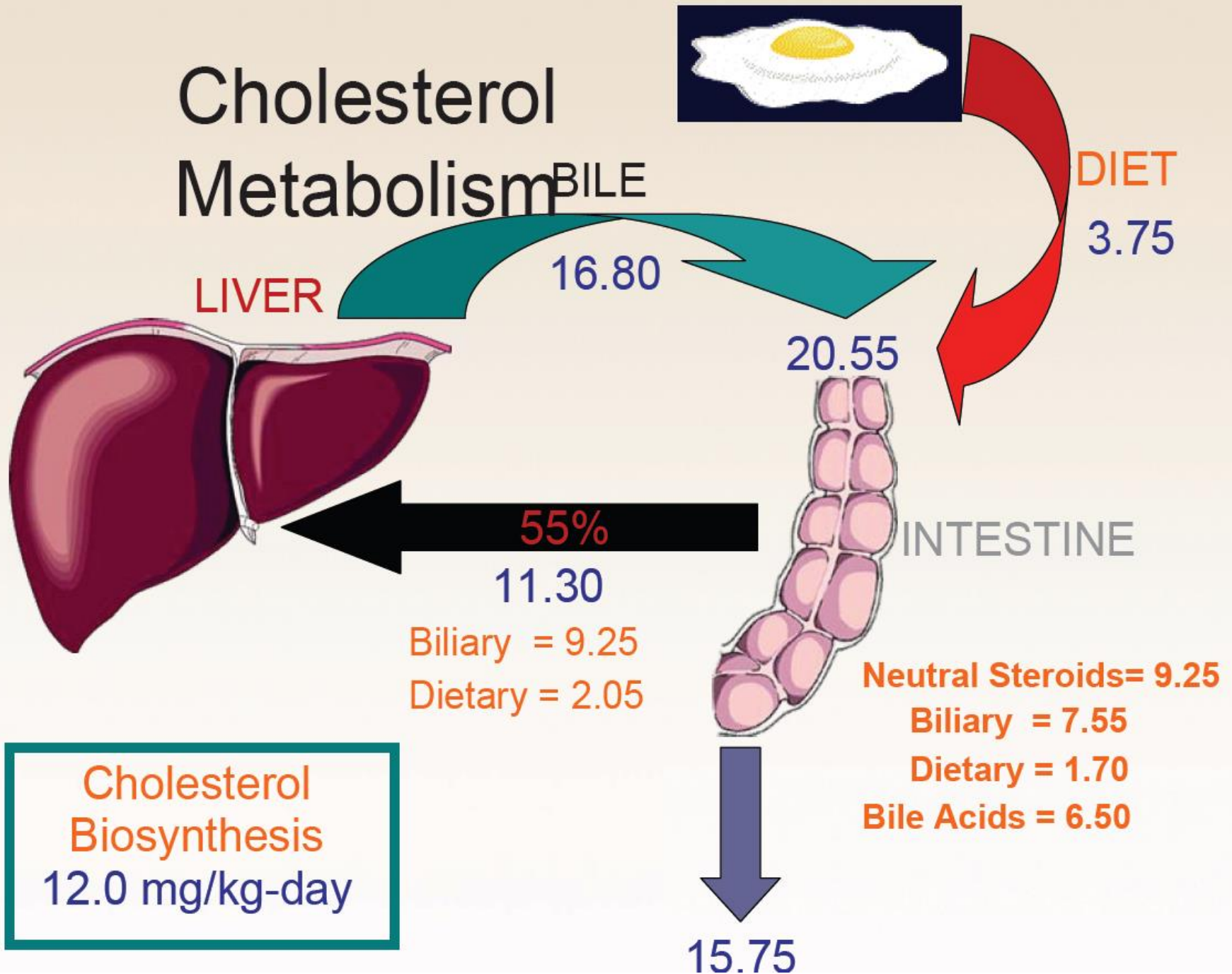
- Çalışma sonuçları;
 - Yumurta ile diyet kolesterolünü artırmış olanların çoğu apolipoprotein A1 düzeylerinde değişiklik göstermemişlerdir,
 - Diyet kolesterolü yumurta ile artmış olanlardan bazıları apolipoprotein B düzeylerinde değişiklik göstermezken diğerlerinde artış sergilemişlerdir.



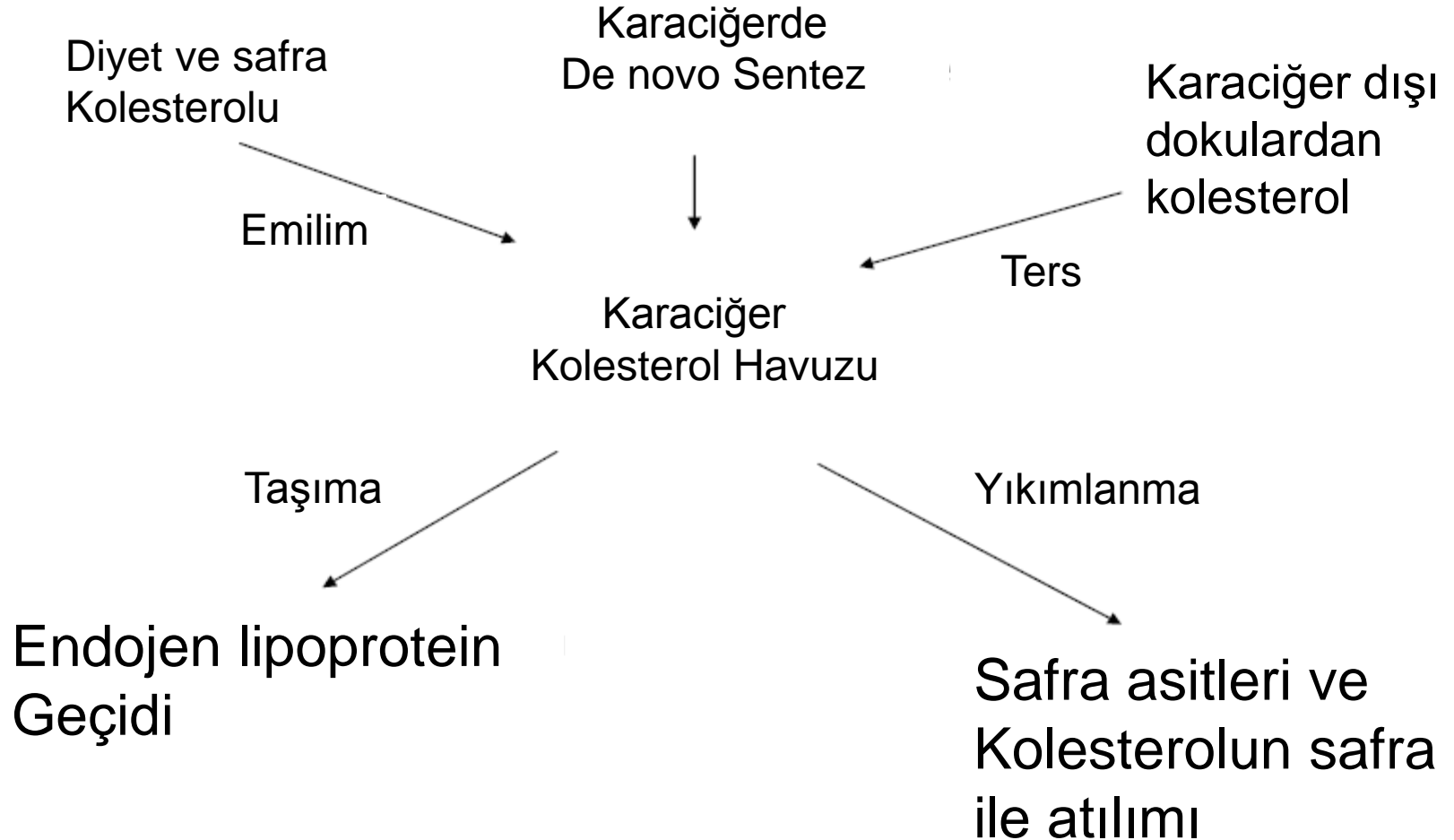
Kolesterol Metabolizması



Cholesterol Metabolism



Karaciğer Kolesterol Metabolizması



Kolesterol metabolizması

- Toplam vücut kolesterolu = 145 g
- Plazma kolesterolu = 8 g (% 5,5)
- Diyet kolesterolu = **0,40 g** **0,30 g**
- Emilim (% 60) = 0,24 g 0,18 g
- Kolesterol sentezi = 0,92 g 0,95 g
- Toplam kolesterol girdisi = 1,16 g 1,13 g
- Metabolik gereksinim = 0,25 g 0,25 g
- Fazlalık = **0,91 g** **0,88 g**

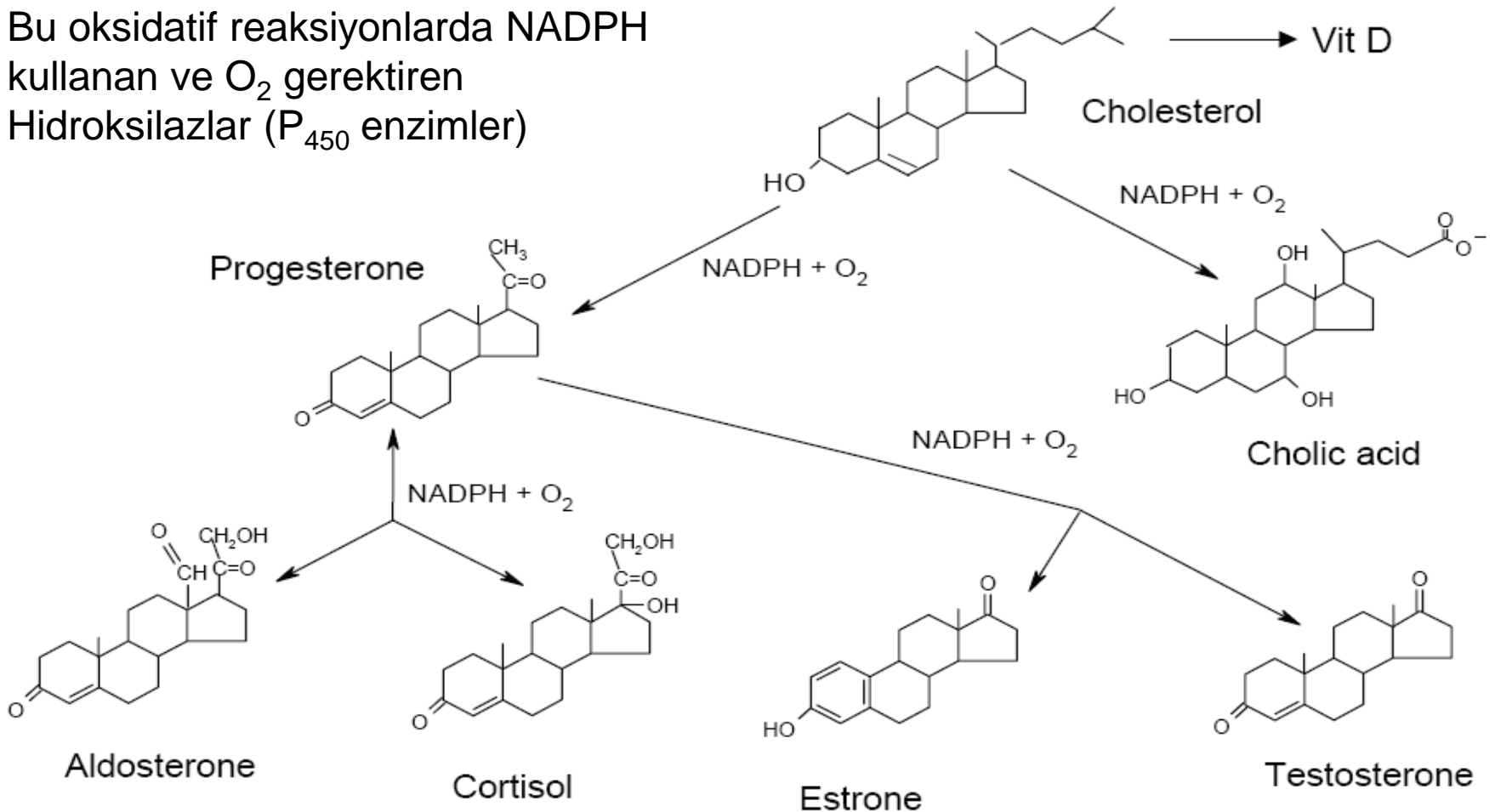
$$\Delta = 0,058 \text{ mmol/L}$$

Safra asidi ve steroid biyosentezi

- Kolesterol karma fonksiyonlu oksidazlar (hidroksilazlar) tarafından oksitlenir:
 - a. **Safra asitleri** (tuzları) biyolojik deterjanlardır
 - b. **Steroid hormonlar**;
 - **Progesteron** (diğer steroidlerin öncül steroidi ve gebeliğin düzenleyicisi)
 - **Kortisol** (glikoneogenezi destekleyen glikokortikoid ve anti enflamatuvar ajan)
 - **Aldosteron** (böbrekte iyon dengesini sağlayan mineralokortikoid)
 - **Estron** (dişi cinsiyet hormonu, dişi cinsiyet gelişimi ve özelliklerini destekler)
 - **Testosteron** (erkek cinsiyet hormonu, erkek cinsiyet gelişimi ve erkek özelliklerini destekler)

Kolesterolün steroidlere, safra asitlerine ve Vit D'ye metabolizması

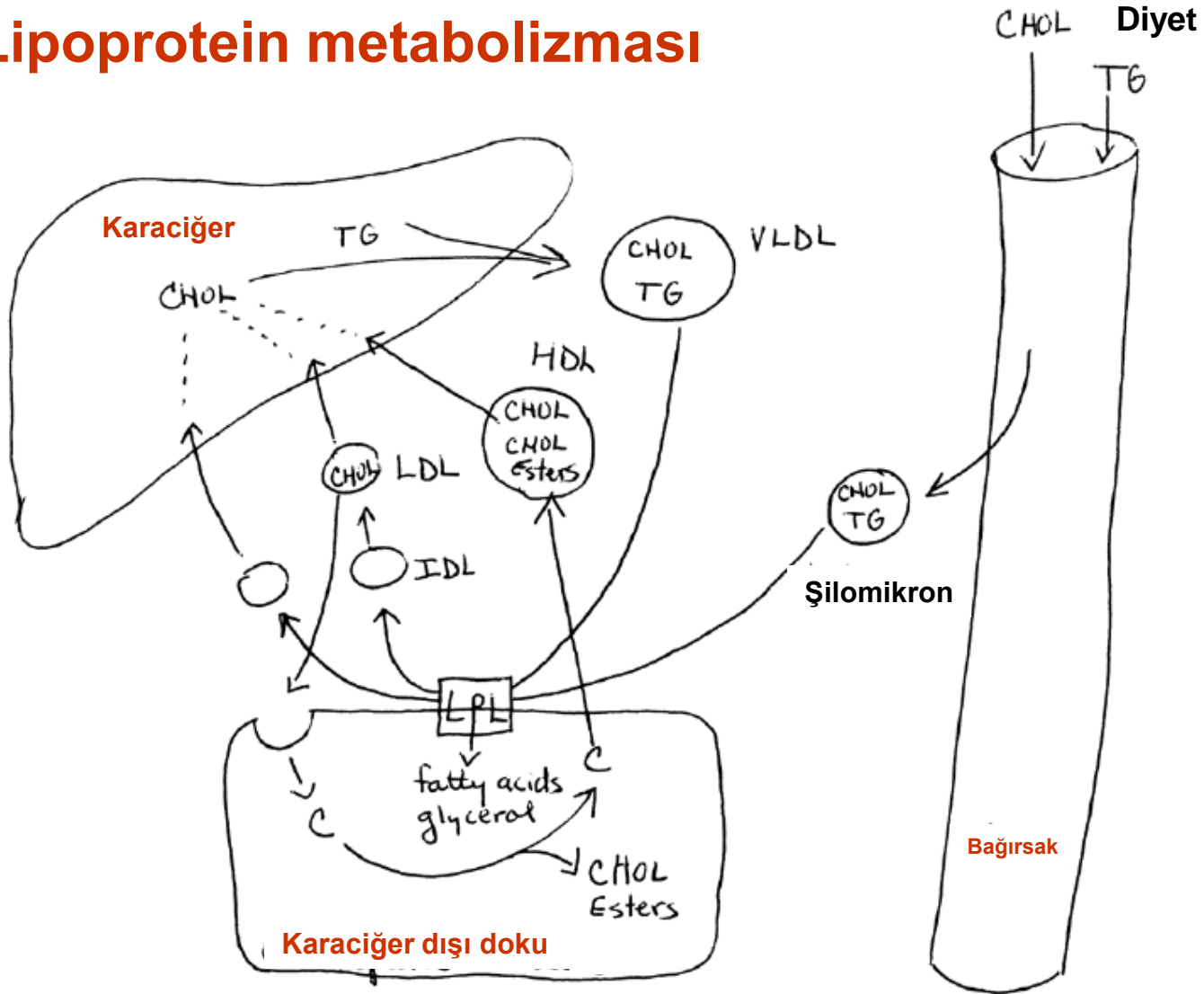
Bu oksidatif reaksiyonlarda NADPH kullanan ve O_2 gerektiren Hidroksilazlar (P_{450} enzimler)



Kolesterolün Yıkımı

- Kolesterolün halka yapısı insanlarda H_2O ve CO_2 'e metabolize edilemez. Daha ziyade, bütün sterol halkası olarak vücuttan atılır:
 - 1) Feçesle atılan safra asitlerine dönüşür.
 - 2) Safra içine salgılanır ve kolesterol atılmak üzere bağırsağa taşınır.
[Safrada Kolesterol/Lesitin/Safra asitleri ağırlık olarak 1/3/15-20 oranında karışım halinde olup kolesterol bu şekilde eriyebilir haldedir. Safra asitleri kritik değerin altına düşecek olursa (safra kesesi yangısı vb.) kolesterol çöker ve taş oluşur. Safra asitlerinin ağızdan alınmasıyla kolesterol taşları tekrar eriyebilir hale gelir].
- Karaciğerde sentezi takiben kolesterol ilk olarak VLDL'ye katılır.

Lipoprotein metabolizması



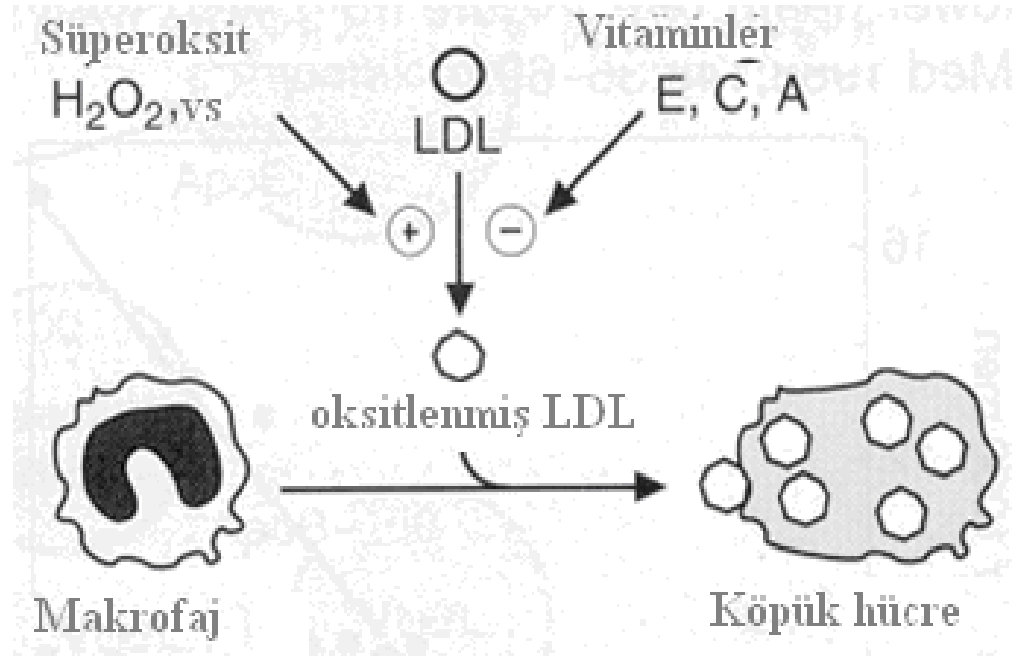
VLDL Metabolizması

- VLDL'ler, endojen trigliseridlere ek olarak serbest kolesterol, kolesterol esterleri, fosfolipid, ApoB-100, ApoC-I, ApoC-II, ApoC-III, ApoE de içerirler:
- ApoC-II, LPL'ı aktive ederek VLDL TG'lerinden serbest yağ asitlerinin salıverilmesine neden olur. Böylece lipid içeriği gittikçe azalan VLDL'ler, yaklaşık olarak eşit miktarlarda trigliserid ve kolesterol içeren ara dansiteli lipoprotein (IDL) ve daha sonra düşük dansiteli lipoprotein (LDL) haline değiştirilir. *LPL* vasıtasıyla şilomikronlardan ve VLDL'lerden salıverilen yağ asitleri, yağ doku hücrelerinde TG olarak depolanırlar.

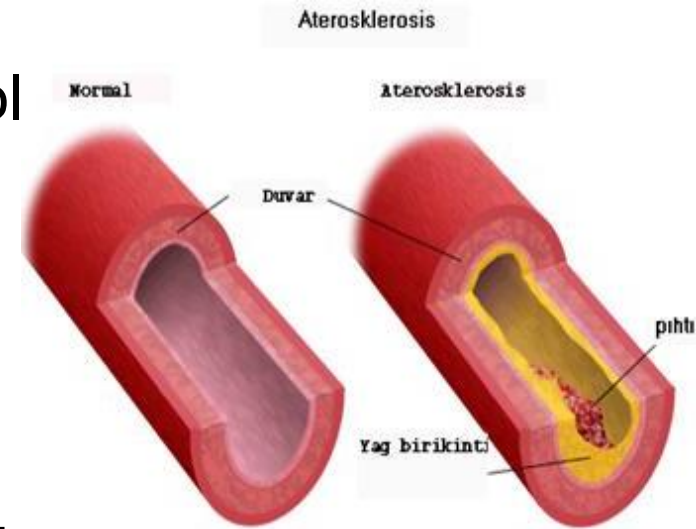
LDL Metabolizması

- LDL'ler, TG içerikleri çok az, serbest kolesterol ve kolesterol esterlerinden çok zengin lipoproteinlerdir.
- LDL'lerin temel apolipoproteinleri ApoB-100'dür
- LDL'ler, kolesterolü karaciğerden dokulara taşırlar.
- Ekstrahepatik doku hücrelerinde bulunan spesifik yüzey reseptörleri, ApoB-100'ü tanıyarak LDL'lerin hücre içine alınmalarını sağlar.
- Ekstrahepatik doku hücrelerinde LDL'ler yıkılır ve kolesterol veya bir kolesterol türevi oluşur.

- Kanda aşırı miktarda LDL bulunması durumunda LDL'ler, süperoksit ve H_2O_2 gibi etkenler vasıtasıyla oksitlenir. Oksitlenmiş LDL'ler retiküloendotelial sistem makrofajları tarafından reseptör aracısız olarak yutulur ve *köpük hücre oluşumu* gerçekleşir.



- Düz kas hücrelerinde kolesterol esterlerinin birikmesiyle de arteriyel duvarlarda *aterosklerotik plaklar* gelişir:
- *Ateroskleroz*, kanda yüksek kolesterol düzeylerine özellikle de yüksek LDL-kolesterol düzeyine bağlı olarak ortaya çıkar.
- Serum LDL-kolesterol düzeyinin %130 mg'dan düşük olması aterosklerotik kalp hastalığı için düşük riski, %130-160 mg arasında olması orta riski, %160 mg'dan yüksek olması ise yüksek riski ifade eder.



Düşük LDL için Diyet Mekanizmaları

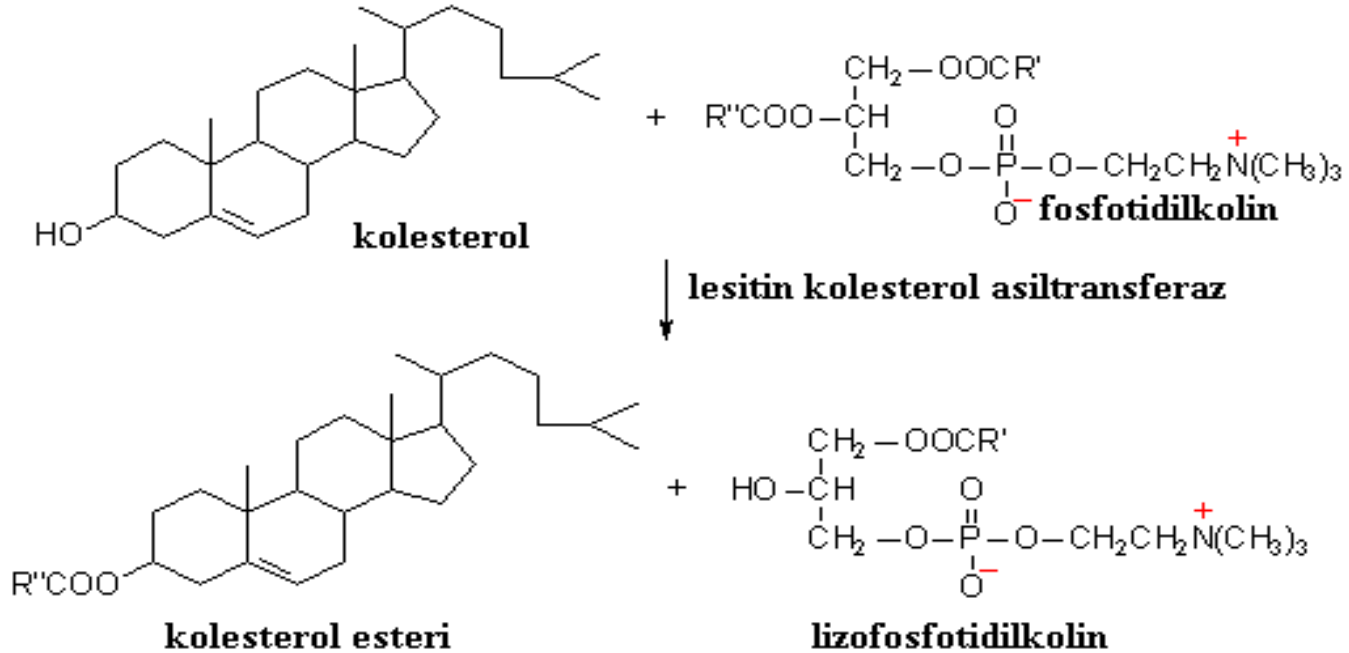
- Düşük kolesterol alımı
- Yüksek ACAT aktivitesi (\downarrow Doymuş yağ asitleri)
- Kolesterol emiliminin inhibisyonu (bitki sterolleri)
- Safra asidi alımının inhibisyonu (çözünür fiberler)
- HMGCoA-redüktaz inhibisyonu (tokotrienoller)
- FXR aktivasyonunun inhibisyonu

HDL Metabolizması

- Karaciğer ve ince bağırsak duvarlarında sentezlenir.
- HDL'ler, ağırlıkça %55 protein (ApoA-I, ApoA-II, ApoC-I, ApoC-II, ApoC-III, ApoD, ApoE), %2 serbest kolesterol, %15 kolesterol esteri, %24 fosfolipid, %4 trigliserid içerir.
- Yeni sentezlenen HDL, diskoiddir; ApoA-I, ApoA-II, lesitin ve serbest kolesterol içerir, dolaşım sırasında diğer lipoproteinlerden kolesterol esterlerini alır. Ayrıca yeni sentezlenen HDL'nin yüzeyindeki *LCAT* da serbest kolesterol ile lesitinden, kolesterol esteri ve lizolesitin oluşturur.
- Yeni sentezlenen HDL, yapısındaki kolesterol esterlerinin artmasıyla küre şeklinde olgun HDL'ye dönüşür
- İlk oluşan olgun HDL (HDL₃) daha sonra kolesterol esterlerinin artması ve ApoE katılmasıyla HDL₂ ve daha ileri aşamada HDL₁ (HDLC) oluşur
- Dolaşım sırasında kolesterolden zenginleşen HDL karaciğere dönünce kolesterolü bırakır.
- HDL'nin kolesterolü özellikle damar endoteli gibi dokulardan karaciğere taşıma fonksiyonu *antiaterojenik* etki oluşturur.

- **HDL'nin serbest kolesterol alımı:** Yeni salgılanan HDL'ler ağırlıklı olarak esterleşmemiş kolesterol fosfatidilkolin ve apo E, apo A, apo C'nin dahil olduğu bir grup apolipoproteinleri içeren disk şeklinde partiküllerdir.
- Bu partiküller kolesterol alarak hızla küresel partiküllere dönüşürler. (HDL partikülleri hücre membranının yüzeyinde ve dolaşımında bulunan diğer lipoproteinlerdeki esterleşmemiş kolesterolün mükemmel bir alıcısıdır)
- **Serbest kolesterolün esterleşmesi:** Serbest kolesterol HDL tarafından bir kez alındıktan sonra, hemen LCAT tarafından esterleştirilir. LCAT karaciğerde sentezlenen bir plazma enzimidir ve HDL'nin apo A-1'i tarafından aktive edilir. Bu enzim sayesinde fosfatidilkolinin 2. karbonuna bağlı yağ asidi doğrudan kolesterole transfer edilir ve geriye lizofosfatidilkolin kalır. Oluşan kolesterol esteri öyle hidrofobiktir ki, HDL içinde etkili bir biçimde tutulur ve artık membrana transfer edilemez.

- Ester kolesterolün HDL'den uzaklaştırılmasını sağlayan tek mekanizma onun kolesterol ester transfer proteini tarafından VLDL'ye transfer edilmesidir. Daha sonrada LDL içinde kalan ester kolesterol bu partikül bir hücre tarafından alınincaya kadar burada kalır. Plazmadaki kolesterolün yaklaşık üçte ikisi yağ asidiyle esterleştirilir .
- HDL'lerin akıbeti: HDL partikülleri karaciğer tarafından reseptör aracılı endositoz yoluyla alınır ve kolesterol esterleri yıkılır. Kolesterol böylece ya lipoproteinlerin bünyesinde tekrar paketlenir, ya safra asitlerine dönüştürülür yada vücuttan uzaklaştırmak için safraya salgılanır.




Kolesterolun kazanımı (uptake) ve yeniden dağıtımında (redistribüsyon) HDL'nin rolü

- HDL perifer dokulardan kolesterolu toplar ve onu kolesterol esterlerine dönüştürür.
- HDL LCAT (lesitin kolesterol akil transferaz) enzimine sahiptir, bu enzim HDL'yi fosfatidil-kolinden kolesterole yağ akil gruplarının transferine olanaklı kılar, ve kolesterol esteri oluşur.
- Bu kolesterol esterleri HDL'den karaciğere yada VLDL'ye transfer olan esterlerdir.

HDL-C'un koruyucu etkileri

- Ters kolesterol taşınımı
- LDL-C'un oksidatif değişikliğinde düşüş
- Sitokin ile aktive olmuş endotel hücrelerce (yangı karşıtı=anti inflamatuvar) adezyon moleküllerinin basımının inhibisyonu



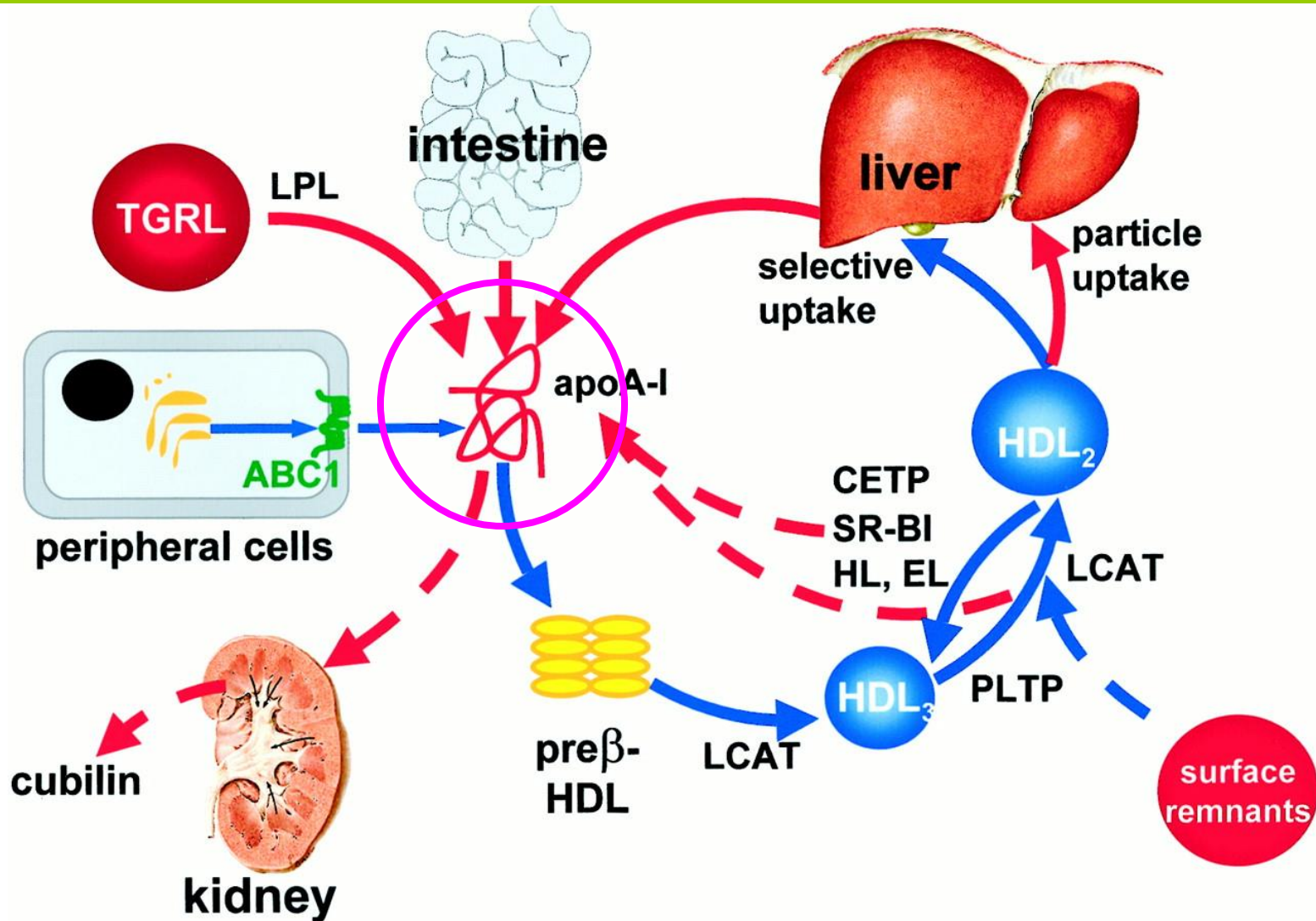
HDL ve TG hedefler

Kategori	Hedefler
HDL	> 40 mg/dl (erkek)
	> 50 mg/dl (dişi)
Triglycerides	< 150 mg/dl

NCEP ATP III - HDL > 40 for both genders
AHA - HDL > 40 for men, > 45 for women
ADA - HDL > 50 for women

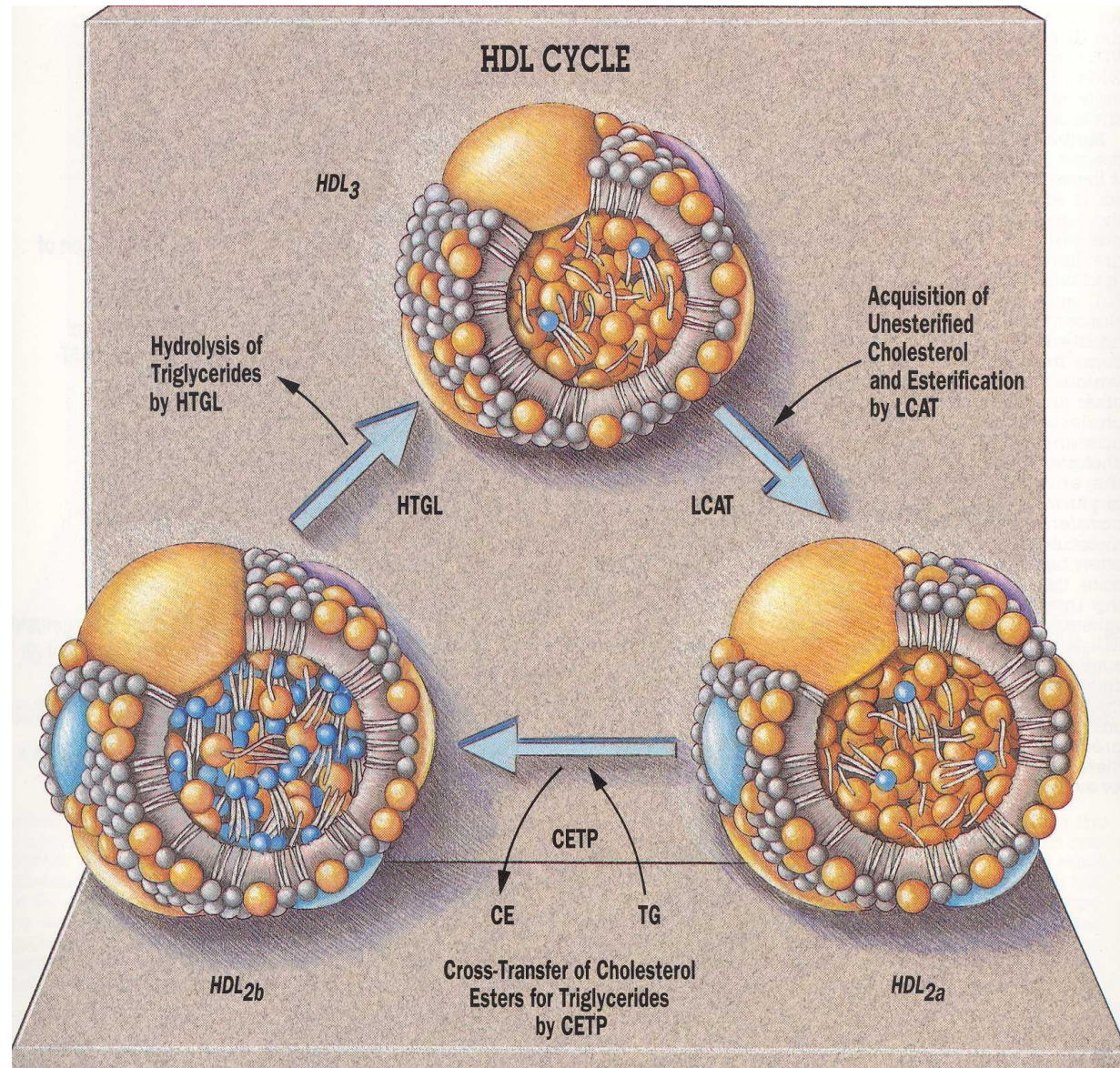
HDL Metabolizması

Yeni HDL (lipid-fakir apoA-I) karaciğer ve bağırsak tarafından üretilir



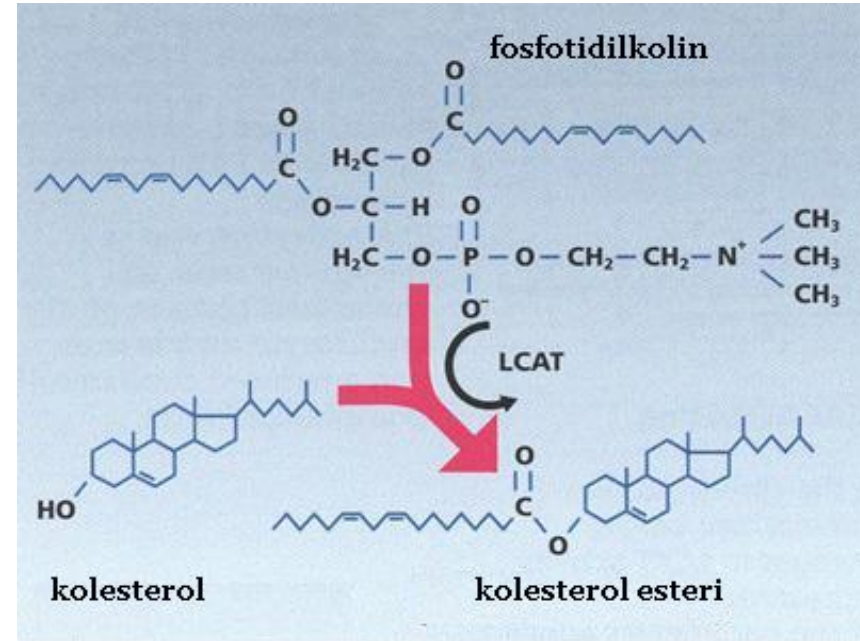
- Serbest kolesterol perifer dokulardan elde edilir
- LCAT serbest kolesterolu kolesterol esterlerine çevirir
- Bir enzimler varyetesi HDL alt türlerini birbirine dönüştürür
- Kolesterol esterleri seçici olarak SR-BI yolu ile alınabilir
- HDL partikülleri bir reseptör aracılı olayla kazanılır
- Lipid-zayıf apoA-I böbrek tarafından ortadan kaldırılabilir.

HDL altbirim dönüşümler

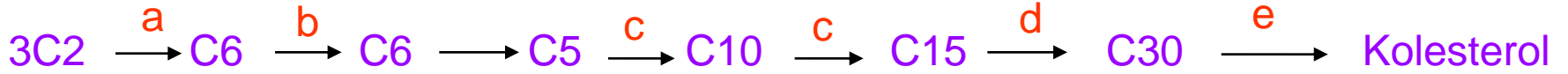


LCAT ve CETP-Plazma Kolesterol düzeyinin Düzenlenmesi

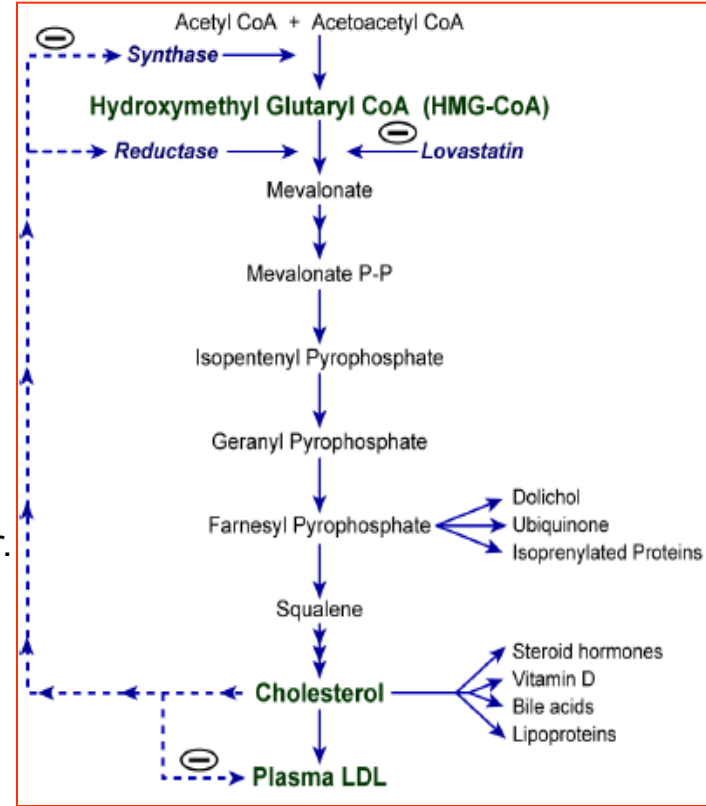
- LCAT ve CETP (kolesterol ester transfer protein) plazma kolesterol düzeyinin düzenlenmesinde rol oynayan iki önemli proteindir .
- LCAT'ın en önemli görevi kolesterol ve lesitinin, kolesterol esteri ve lizolesitine dönüşümünü sağlamaktır.
- HDL tarafından periferik dokulardan alınan serbest kolesterolün LCAT tarafından esterleştirilmesi, HDL yüzeyindeki serbest kolesterol içeriğinin düşük tutulmasına ve böylece hücrelerle HDL arasında serbest kolesterol konsantrasyon gradyanının sağlanmasına aracılık eder .
- LCAT aktivitesinin azalması halinde ise bu konsantrasyon gradyanının bozulması HDL'nin ateroskleroza karşı koruyucu etkisinde de azalmaya yol açar.

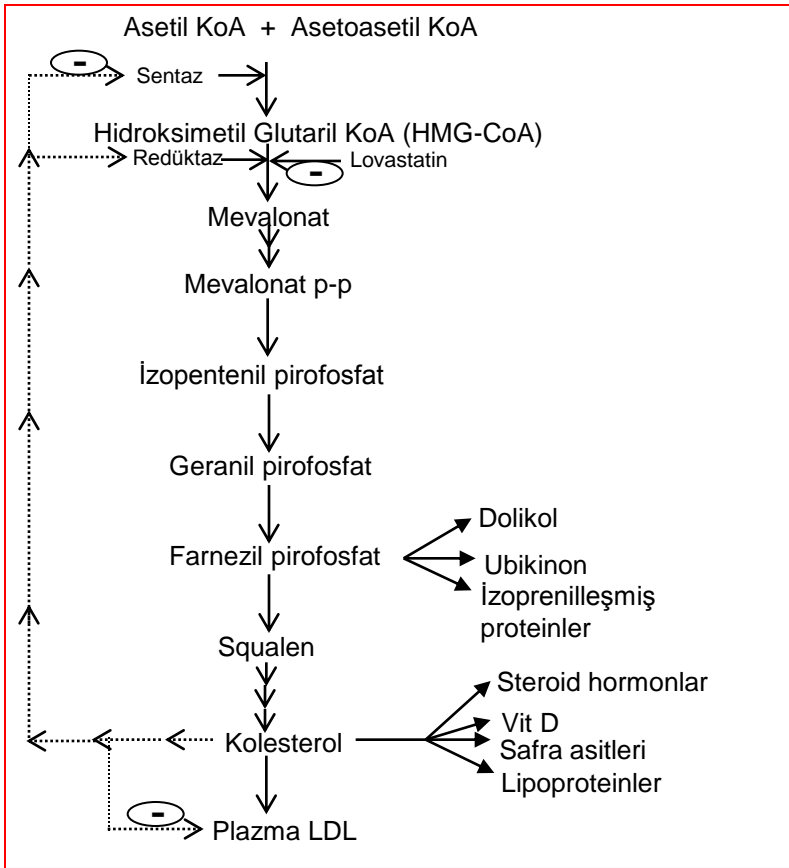


Kolesterol Biyosentezi

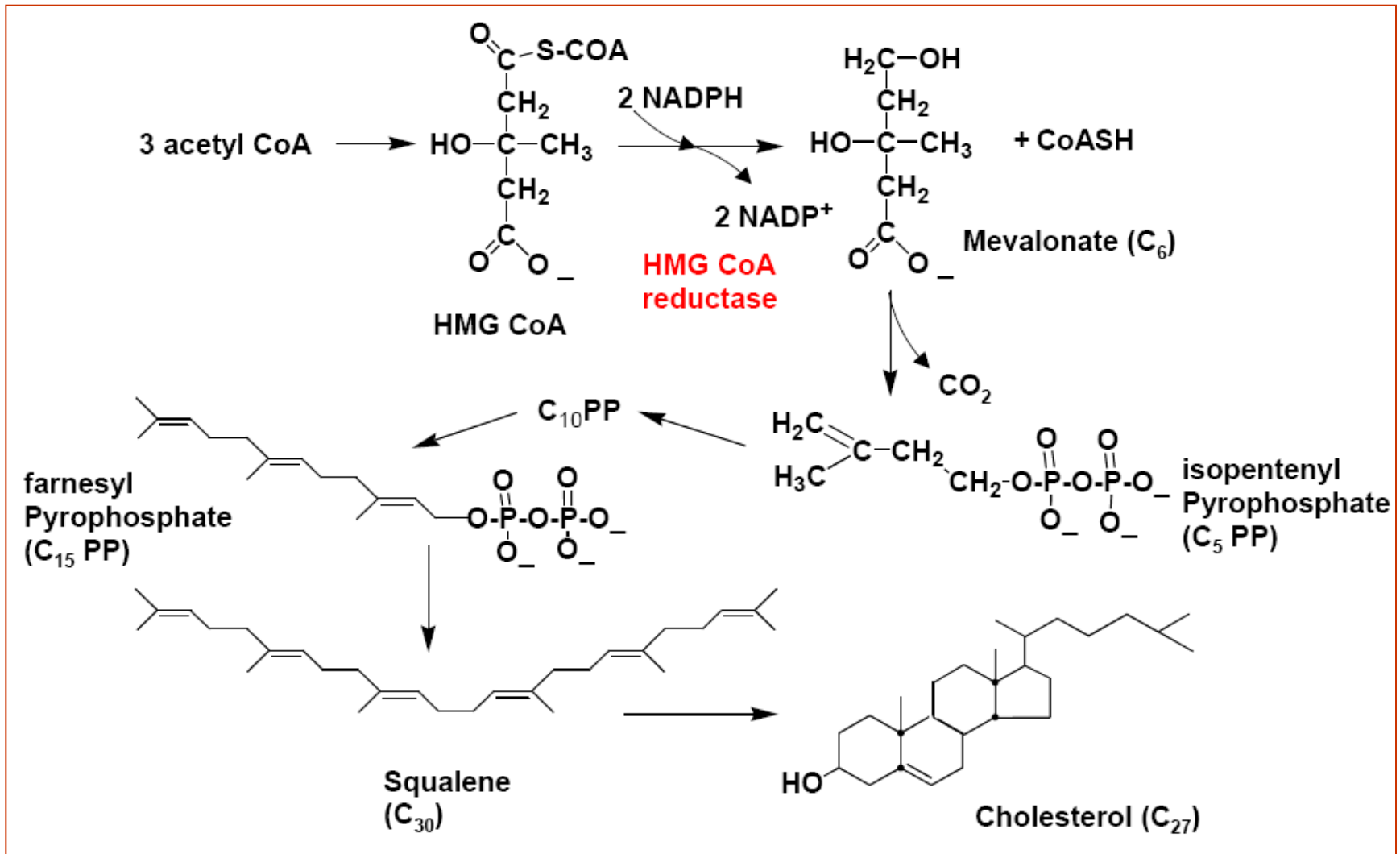


- Vücut kendine yetecek kolesterolu sentezler.
- Hücre zarlarının yapısında gereklidir
- Steroid hormonların sentezinde öncül maddedir.
- Kolesterol çoğu hücrede sentezlenir
- HMGCoA sentaz sterol ve keton cisimleri sentezi için ortaktır.
- HMGCoA redüktaz mevalonatı (MVA) yapar.
- Sterol biyosentezinin ilk maddesi MVA'tir,
- Bu üst düzeyde düzenlenen aşamadır.
- Aktif bir izopren (C5) oluşur ve bir diğer C5 ile birleşir, C10 ve C15 sentezlenir.
- 2 C15 birleşir squalen (C30) oluşur
- Squalen O₂ kullanır, bazı enzimler onu kolesterole dönüştürür.
- Olaylar enerji (ATP) ve NADPH gerektirir.
- Kolesterol sentezlendikten sonra lipoprotein formunda genel dolaşıma salınır. Bütün hayvansal lipid örneklerinde bulunan kolesterolün 2/3'ü doymamış yağ asitleriyle esterleşmiştir.
- Esterleşme reaksiyonu plazmada LCAT ve hücre içinde açıl kolesterol açıl transferaz (ACAT) tarafından katalizlenir.



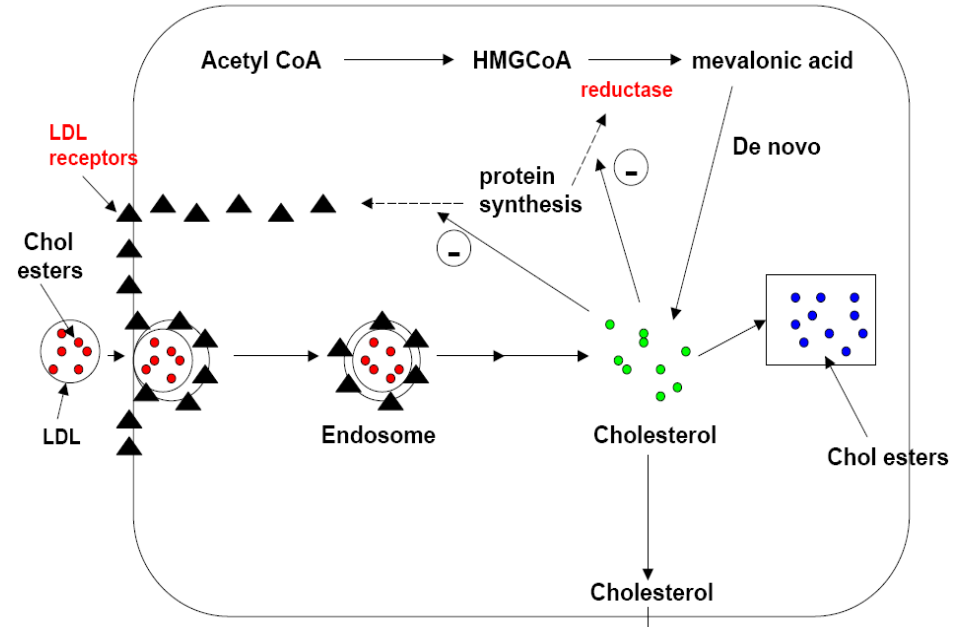


Kolesterol biyosentezi için Mevalonat Yolu



Kolesterol Biyosentezinin Düzenlenmesi

1. LDL reseptörlerinin sentezi kolesterol artışıyla düşer
2. HMG CoA redüktaz sentezi kolesterol artışıyla düşer

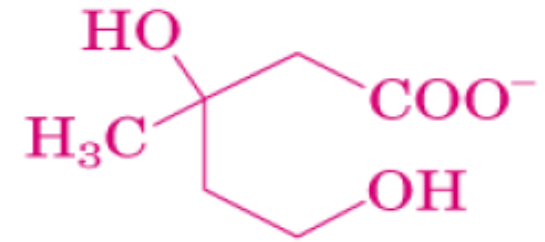
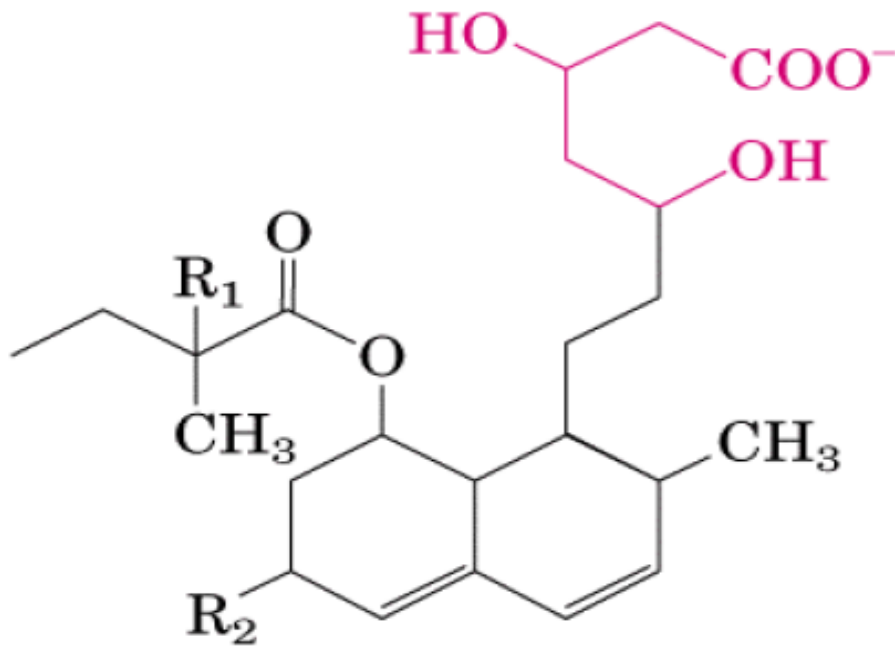


LDL reseptörlerinin sentezi kolesterol artışı ile düşer.
HMG CoA redüktaz sentezi kolesterol artışı ile düşer

Kolesterol Sentezinin Düzenlenmesi

- HMG-CoA redüktaz, endoplazmik retikulumun bir iç membran proteinidir. Enzim aktif bölgesi sitozolün içine doğru uzanır. HMG-CoA redüktaz kolesterol sentezinde hız kısıtlayıcı bir enzimdir ve farklı metabolik kontrol tiplerinin etkisine maruz kalır.
- İnsülin ve tiroid hormon uygulamasıyla HMG-CoA redüktaz enziminin aktivitesinin arttığı, buna karşılık glukokortikoidler ve glukagon uygulandığında ise aktivitenin düştüğü görülmektedir.
- Diyetteki kolesterol miktarının artışı karaciğerde kolesterol sentezini inhibe eder. Açlıkta HMG-CoA redüktaz enzimi aktivitesinde azalma görülmüştür.

HMG CoA Redüktaz İnhibitörleri



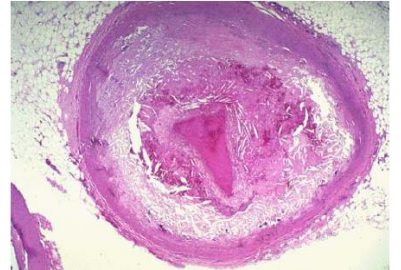
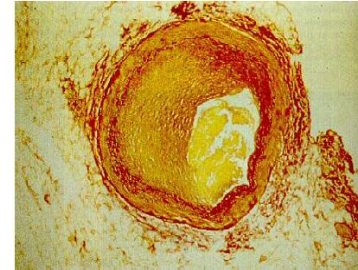
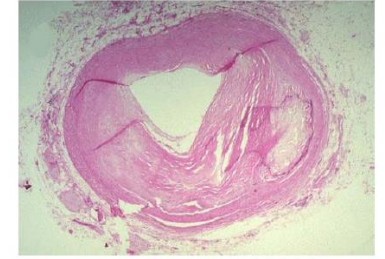
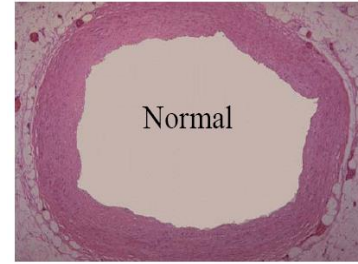
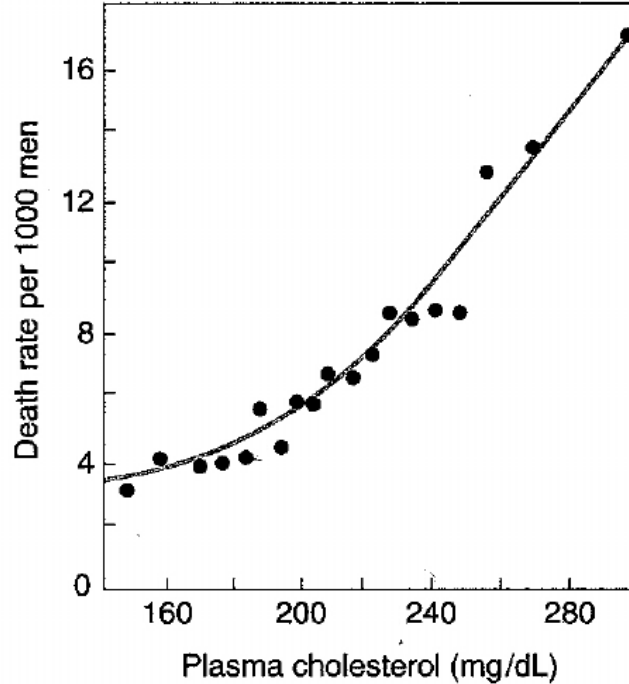
Mevalonate

R ₁ = H	R ₂ = H	Compactin
R ₁ = CH ₃	R ₂ = CH ₃	Simvastatin (Zocov)
R ₁ = H	R ₂ = OH	Pravastatin (Pravacol)
R ₁ = H	R ₂ = CH ₃	Lovastatin (Mevacor)

Aterosklerozis

- Ateroskleroz, damar duvarında yağlı maddelerin birikimi ve elastikiyetin kaybı ile karakterize bir hastalıktır,
- Yüksek kan basıncı, sigara ya da diyabet ve yüksek kan kolesterol düzeyleri bu hastalığın gelişme riskini artırır.
- Hastalığın önlenmesi, kontrol edilebilir risk faktörlerinin uzaklaştırılması ile sağlanır

Plazma kolesterol düzeyleri ile ölüm oranları arasındaki ilişki



Kalp-Damar Hastalıklarında Risk faktörleri

Değiştirilebilir risk faktörleri

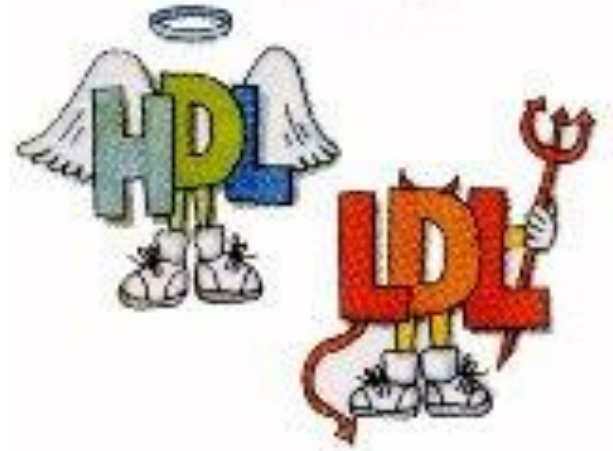
- Anormal kan lipid düzeyleri
 - yüksek toplam kolesterol
 - yüksek LDL kolesterol
 - düşük HDL kolesterol
 - yüksek trigliseridler
- Yüksek kan basıncı
- Yaşam şekli ile ilgili faktörler:
Sigara, fiziksel hareketsizlik,
Şişmanlık, sağlıksız diyet

Değiştirilemez risk faktörleri

- Yaşlanma
- Cinsiyet
- Aile hikayesi
- Etnik yapı ya da ırk

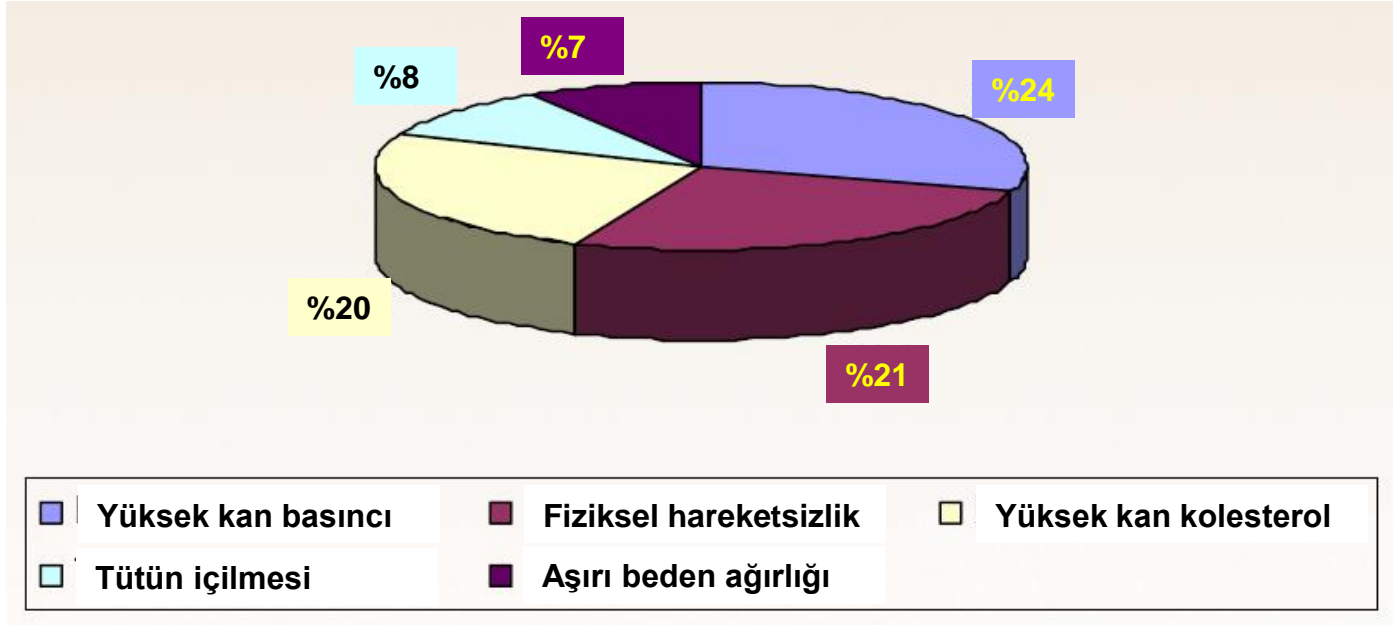
Kalp-Dolaşım Bozuklukları için Risk Faktörleri

- Sigara içmek
- Hipertansiyon
- Düşük HDL-C (< 40 mg/dl)
- Erkek ≥ 45 yaş; Dişi ≥ 55 yaş
- Prematüre kalp hastalığının ailesel geçmişi (erkek ebeveyn 55 dişi 65 in üzeri)



Risk Faktörleri

Kalp-dolaşım bozukluğu ile ilgili ölümler risk faktörlerine dayandırılır



Yumurta Lesitini ve Kolesterolü ile Kolesterol Metabolizması ilişkisi

- Bir taraftan, Türk toplumunun kalp-damar hastalıklarına yatkın olması, diğer taraftan kolesterolün kalp-damar hastalıklarına meyil oluşturmaması ve yumurtanın yüksek düzeyde kolesterol içermesi, bir yandan biyolojik değeri yüksek önemli bir besin maddesi olan yumurtanın tüketimini düşürmekte, öte yandan yumurtada mevcut besinler için beslenme yetersizliklerine ortam hazırlamaktadır.
- Yumurta tüketiminde % 20'lik bir azalma lesitin ve kolinin yetersiz alımına neden olmaktadır.
- İçerdiği yüksek Lesitin düzeyi ile (1,47g) kolesterol metabolizmasında düzenleyici rol oynaması mümkün görünen yumurtanın özellikle hiperkolesterolemili ve kalp-dolaşım bozukluğu bulunan bireyler tarafından da tüketilmesi önerilmektedir.

- Yumurta sarısı kolesterolü ile kan kolesterolü arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır.
- Yumurta sarısı kolesterolü, kökenini hayvanın plazma kolesterolünden almaktadır.

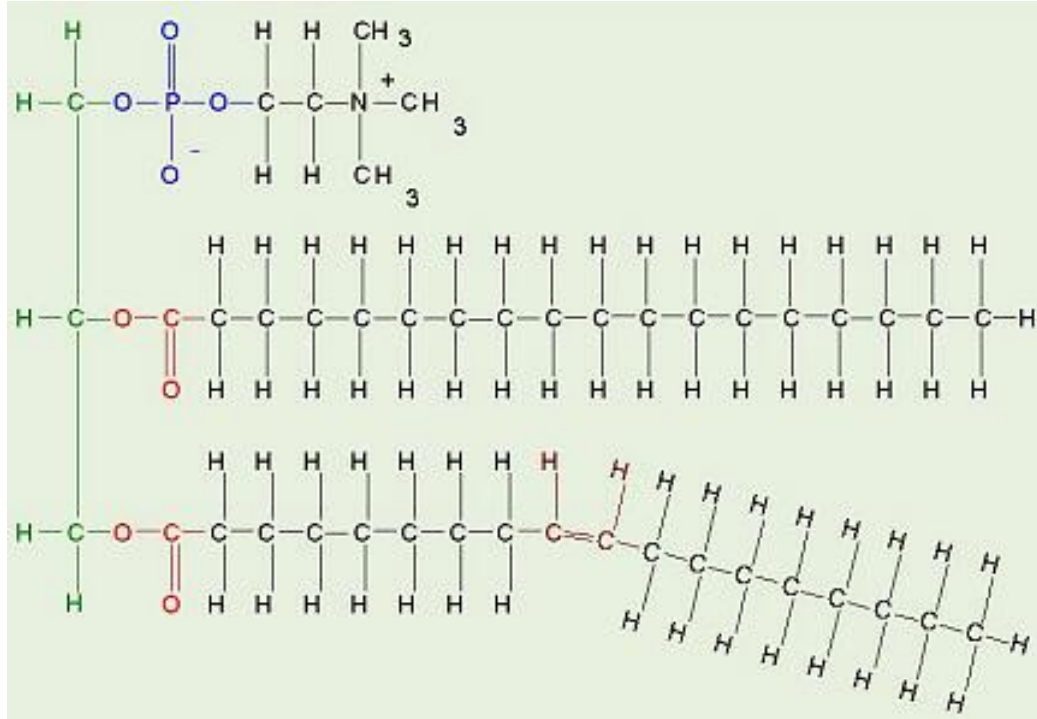


Yumurta sarısının içeriği	Miktar (g)
Toplam ağırlık	18.2
Su	8.75
Protein	3.04
Yağ	6.01
Nötr Yağ	3.71
Fosfolipid	2.01
Kolesterol	0.29
Lesitin	1.47
Lizolesitin	0.12
Spingomiyelin	0.05
Fosfotidiletanolamin	0.30
Lizofosfotidiletanolamin	0.04
İnozitol fosfolipid	0.01
Plazmalojen	0.02
Aminoasid fosfolipid	0.004

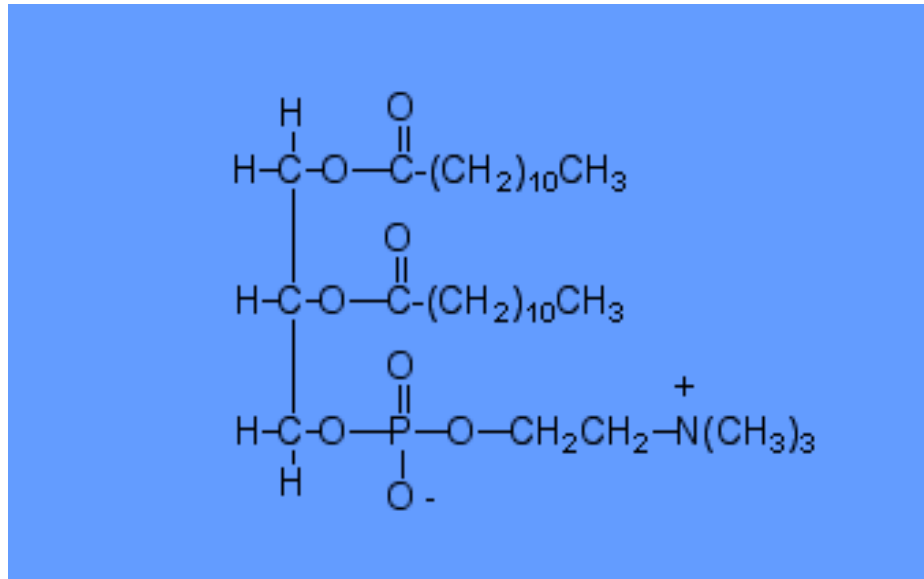
Yumurta Lesitini

- Önceleri yumurta sarısından elde edilen lesitin, daha sonra soya fasulyesinden elde edilmeye başlanmış ve günümüzde en yaygın kullanılan lesitin kaynağı soya fasulyesidir.
- Lesitinin çokça bulunduğu diğer kaynaklar ise sakatat ve kırmızı et gibi kolesterol ve yağdan zengin gıdalardır.
- Günümüzdeki, yeme alışkanlıklarındaki eğilim düşük-kalorili, düşük-kolesterolü diyetlere kaymakta olup insanlar genellikle yağlı gıda tüketimlerini sınırlandırmaya çalışmaktadırlar.
- Lesitin, insanların kullanmaktan kaçındığı gıdaların bir bileşeni olduğu için, istemeyerek lesitin alımını da sınırlandırmaktadır.
- Yumurta tüketiminde % 20'lik, sakatat tüketiminde % 50'lik, ve kırmızı et tüketiminde % 48'lik bir azalma lesitin ve kolinin yetersiz alımına neden olmaktadır.

- Lesitin hem doymamış yağ asitlerinin hem de esansiyel vitaminler olan kolin ve inozitolün kaynağını oluşturur.
- Lesitinin vücuttaki temel rollerinden biri de, hücreler arası kimyasal mesajların taşınmasını sağlamaktır.
- Lesitinin bu görevi hücrelerin tek başlarına değil, bir grup halinde hareket etmelerini sağlamaktadır.

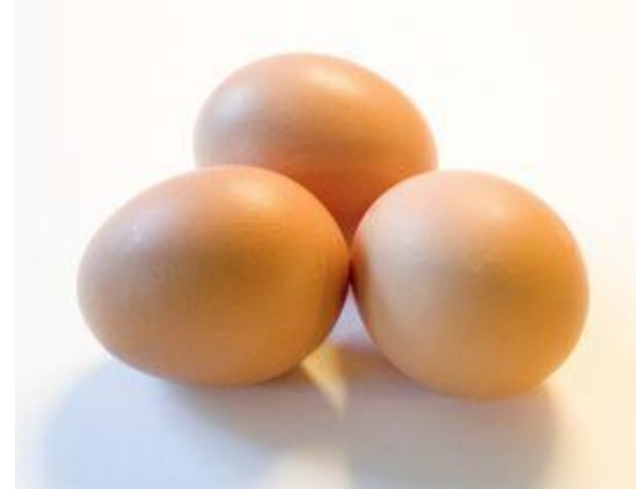


- Lesitinin, hücreler arası iletişim dışındaki diğer fonksiyonları ise başta kolesterol metabolizması olmak üzere çeşitli metabolik faaliyetlerde rol alması ve yağların taşınmasındaki görevleridir.



- Lesitin, kolesterol metabolizmasındaki ve kolesterolün kan dolaşımı boyunca taşınmasındaki rolleri dolayısıyla kalp-damar hastalıkları riskinin düşürülmesinde önemli bir faktördür.

- Klinik çalışma sonuçları, lesitinin çoklu doymamış yağ asitlerini destekleyerek, kolesterolün bağırsaklardan emilimini azaltarak, kolesterolün ve safra asitlerinin atılımını arttırarak ve diğer biyokimyasal etkilerinin yanında lipoproteinler üzerine etkilerinden dolayı kalp-dolaşım sistemi üzerinde koruma sağladığını açıkça göstermektedir.
- Yapılan klinik çalışmalar, lesitinin yağ depolarına bağlı damar hasarından koruma sağladığını ve kan damarlarının elastikiyetinin devam ettirilmesinde faydalı olduğunu da göstermiştir.



- Birçok insan besinlerdeki kolesterolün doğrudan kan kolesterolünü yükselttiğine inanmaktadır.
- Normal bir insan beslenmesinde, yumurtadaki kolesterol günlük kolesterolün yaklaşık yarısını oluşturduğundan, insanlar yumurta tüketimini azaltmaktadır.
- Koo. ve ark.ları (2002) yaptıkları deneysel çalışmada yumurtadaki lesitin'in yumurtadaki kolesterolün emilimini etkilediğini ve bağırsaklardan emilimini belirgin şekilde azalttığını tespit etmişlerdir.
- Bu azaltma %100 değildir. Kolesterol yine de emilir fakat lesitin varlığında emilen miktar belirgin olarak düşüktür. Ne kadar az emilim olursa kana geçen kolesterol de o kadar az olmaktadır.
- Çalışma sonuçlarına göre; fosfolipid doyduğu zaman inhibitör etkisi daha da fazladır.
- Bir yumurta yendiğinde oldukça yüksek miktarda kolesterol alınmış olsa da kolesterolün çoğu lesitin varlığında emilmeyecek duruma gelmektedir.
- Yumurtanın yapısında bulunan lesitin kolesterol emilimini belirgin şekilde engeller.
- Koo ve ark. (2002) normal kolesterol seviyesine sahip ve ailesel kalp-damar hastalığı bulunmayan kişilerin günde 1 veya 2 yumurta yemeleri durumunda endişeye kapılmamaları gerektiğini, hatta zararından çok besleyici yararının olacağını savunmaktadırlar.

- Yumurtada et, süt ve balıkta bulunandan daha yüksek kalitede proteinler vardır. Ayrıca, yumurtada Vit A, E, B, B₆, B₁₂ ve folat yönünden iyi bir kaynaktır.
- Bu vitaminlerin kalp hastalığı için bir risk faktörü olan homosistein kan seviyesini düşürdüğü bilinmektedir.
- Lesitin kalp-dolaşım sistemi ile bağlantısı, HDL ve LDL kolesterol seviyesinin insan vücudundaki düzeyinin kontrol yeteneğiyle ilgilidir.
- Lesitin, trigliserit düzeyinin kontrolüne yardımcı olur.
- Toplam serum kolesterolü düşürür ve LDL kolesterolü azaltırken HDL kolesterolü yükseltir.
- Lesitin vücudun kolesterolden kurtulmasını iki şekilde sağlar. Birincisi kolesterolün birikmesine fırsat vermeden karaciğere taşınmasını sağlar. İkinci olarak biriktikten sonra kolesterolü esterleştiren LCAT enziminin üretilmesini uyarır ve kolesterolün daha rahat şekilde karaciğere taşınmasını sağlar. Böylece ateroskleroz gibi kolesterole bağlı hastalıkların oluşmasını engeller.
- HDL ve LDL kolesterol göz önüne alınarak Colgan ve ark.(.)'nin yaptığı birkaç araştırma şunu gösteriyor ki, lesitin desteği hem HDL seviyesinin artmasında hem de LDL seviyesinin düşürülmesinde son derece önemlidir

- İsveç'te Elmer ve ark.nın yaptığı bir araştırmaya göre 50 yaşında 5 erkek 9 hafta boyunca günde 1.7 g. lesitin alarak HDL kolesterol seviyelerini % 30 oranında arttırabilmişlerdir.
- Lesitinin yapısındakiler HDL düzeyinin artmasında etkilidir.
- Kompleks vitamin benzeri maddeler olan kolin ve inozitol vücuttaki yağ ve kolesterolü kullanılabilir hale getirir. Kolin, yağ asitleri ve fosforik asit ile lesitini oluşturmak üzere karaciğerde birleştirilir.
- Alzheimer vb. sinirsel hastalıklardaki hafıza kaybının da kolin eksikliğine bağlı olabileceği ileri sürülmüştür.
- Asetilkolinin içeriğini asetik asit ve kolin oluşturur. Asetil kolin sinir uyarılarını bir hücreden diğerine götürdüğü için gereklidir.

- En doğal Lesitin kaynağı yumurta sarısı, mısır yağı ve soya fasulyesidir.

- Yumurta sarısı ve mısır yağındaki lesitin doymuş; soya fasulyesindeki lesitin ise doymamıştır.

- Bu nedenle en doğal kaynağı soya fasulyesidir. Çünkü doymamış yağın arterlerdeki kolesterolü temizlemede daha etkili olduğu söylenmektedir.

- Sonuç olarak Lesitin; LDL kolesterol HDL kolesterol oranında büyük değişime sebep olmakta ve kolesterolün atılmasında etkili olmaktadır.



Sonuç

- Yumurta içerdığı besinsel maddeler ile yüksek biyolojik değerde bir besindir.
- Yaklaşık 60 g ağırlıktaki bir yumurta 250-300 mg kolesterol ve 1470 mg lesitin içerir.
- Yumurta alımı ile diyet kolesterol artışının plazma kolesterol düzeylerine etkisi düşüktür, esas diyet doymuş yağdan fakir ise artış zayıftır.
- Apolipoprotein A1 ve B düzeyleri üzerine yumurta alımının etkisi değişkendir.
- Besinsel kolesterol alımı endojen kolesterol sentezini inhibe eder.
- Yumurtada yüksek düzeyde bulunan Lesitin kolesterol metabolizmasını düzenleyici rol oynar.
 - Kolesterol emilimini önemli derecede düşürür,
 - Kolesterolün karaciğere taşınmasını ve HDL'lere dahil olmasını (LCAT ile) ve karaciğerde ileriye doğru metabolizmasını hızlandırır, safra asitleri sentezi ve safra ile bağırsağa atılır.
- Bu sonuçlar ve literatür bilgileri ışığında, kan kolesterol seviyesini yükseltecek gerekçesiyle yumurta gibi biyolojik değeri yüksek bir besinden mahrum kalmanın fazla mantıklı bir açıklaması olmadığı, kaldı ki lesitin içeriği ile yumurtanın kan kolesterol seviyesinin kontrolünde önemli bir besin olması ve bu nedenle sağlıklı bireyler yanında kalp-damar hastalarının da aşırıya kaçmamak koşuluyla tüketmelerinin yararlı olacağı kanısına varılmıştır.

Sabrınız için.....

